

# Perioperative Prozessanalyse bei Patienten mit Frakturen der Halswirbelsäule

Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Dr. med.

an der Medizinischen Fakultät  
der Universität Leipzig

eingereicht von: Mary Niese-Anke  
geboren am 21. Oktober 1989 in Freiberg

angefertigt an: Universität Leipzig,  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie

Betreuer: Priv.-Doz. Dr. med. habil. Robert Werdehausen  
Ko-Betreuer: Priv.-Doz. Dr. med. habil. Jörg Schnoor

Beschluss über die Verleihung des Doktorgrades vom: 23.06.2020

## **Bibliografische Beschreibung**

Niese-Anke, Mary

### **Perioperative Prozessanalyse bei Patienten mit Frakturen der Halswirbelsäule**

Universität Leipzig, Dissertation

104 S.<sup>1</sup>, 70 Lit.<sup>2</sup>, 67 Abb., 23 Tab.

#### **Referat:**

In deutschen Krankenhäusern rückte in den letzten Jahren eine effiziente und wirtschaftliche Leistungserbringung zunehmend in den Vordergrund. Gerade vor dem demographischen Hintergrund einer alternden Bevölkerung werden weitere Veränderungen und Optimierungen notwendig sein, wobei Untersuchungen perioperativer Prozesszeiten als ein Analyseinstrument zur Verfügung stehen.

Ziel dieser Arbeit war die Erstellung einer Prozessanalyse der operativen Therapie bei älteren Patienten mit Halswirbelsäulenfrakturen, typischen Altersverletzungen, am Universitätsklinikum Leipzig.

Das untersuchte Kollektiv wies einen Altersmittelwert von 67 Jahren mit einem deutlich größeren Anteil männlicher Patienten (61,2%) auf. Männer erlitten vor allem bis zum Alter von 79 Jahren (81,2%) HWS-Frakturen. Hingegen fand sich dieses Verletzungsmuster bei Frauen in reichlich der Hälfte aller Fälle (51,6%) im höheren Alter (ab 80 Jahren). Frakturen des Dens axis traten mit 65,2% sehr häufig und zunehmend in höherem Lebensalter auf.

Für die operative Versorgung von Halswirbelsäulen-Frakturen stehen verschiedene Zugangswege zur Verfügung. In der Untersuchungsgruppe kam das ventrale Verfahren mit 76,1% (Anzahl 251) deutlich häufiger als der dorsale Zugang mit 23,9% (79) zum Einsatz.

Die ermittelten anästhesiologischen Kennzahlen von HWS-Operationen zeigten im Vergleich zu anderen Arbeiten höhere Werte. Der Anteil Anästhesie-kontrollierter Zeit an der

Gesamtzeit (Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt) betrug 30,1%.

Die Anästhesie-Einleitungsdauer stieg mit zunehmendem Patientenalter an (von Gruppe 1 zu 2 - Zunahme von 5 Minuten ( $p = 0,029$ ), von Gruppe 1 zu 3 - Zunahme von 7 Minuten ( $p < 0,01$ )). Durch mögliche Multimorbidität stellt die anästhesiologische Versorgung älterer Menschen eine besondere Herausforderung dar und längere Vorbereitungszeiten für eine ausgedehnte kardiovaskuläre Überwachung bei älteren Operierten könnten die ermittelten zunehmenden Prozesszeiten bedingt haben. Mit steigendem Lebensalter ergab sich für die Schnitt-Naht-Zeit dagegen ein kontinuierlicher Abfall (von Gruppe 1 zu 2 um durchschnittlich 24 Minuten ( $p = 0,019$ ), von Gruppe 1 zu 3 um 49 Minuten ( $p < 0,001$ )). Diese Verkürzung wurde von einem höheren Anteil von Frakturen des Dens axis begleitet (Dens axis-Fraktur: Gruppe 1: 36,3%, Gruppe 2: 63,4%, Gruppe 3: 95,2%,  $p < 0,01$ ), welche hauptsächlich in Rückenlage mit entsprechend kürzeren OP-Zeiten versorgt wurden. Mit steigendem Alter der Operierten war ein größerer Zeitanteil der Anästhesieeinleitung in Relation zur Operationszeit zu verzeichnen (Verhältnis Einleitungsdauer/Schnitt-Naht-Zeit von Gruppe 1 bis 3: 16%, 24%, 34%).

Die Betrachtung der perioperativen Prozesszeiten erfolgte zudem in Abhängigkeit von Patientenalter und operativem Zugangsweg. Das ventrale Verfahren ging mit Zunahme des Patientenalters mit einer längeren Anästhesie-Einleitungsdauer einher (Vergleich von Gruppe 1 und 2 - 4 Minuten (n.s.), Gruppe 1 und 3 - 8 Minuten ( $p < 0,01$ )). Die Schnitt-Naht-Zeit des ventralen Verfahrens sank mit steigendem Alter (Gruppe 1 und 2:  $p < 0,01$ ; Gruppe 1 und 3:  $p < 0,01$ ). Für den dorsalen Zugangsweg hingegen konnte keine signifikante altersabhängige Änderung dieser Zeit dargestellt werden. Die Gegenüberstellung der beiden OP-Verfahren innerhalb der drei Gruppen ergab für die Schnitt-Naht-Zeiten in Bauchlage für alle Altersklassen verlängerte Zeiten (Gruppe 1: 34 min,  $p < 0,05$ ; Gruppe 2: 100 min,  $p < 0,01$ , Gruppe 3: 104 min,  $p < 0,01$ ). Zudem führte die Maßnahme, einen Patienten für den dorsalen Zugang in Bauchlage zu bringen, zu verlängerten Prozesszeiten. Dies dauerte in Altergruppe 3 bei über 80-Jährigen 10 Minuten mehr ( $p < 0,01$ ).

Zusammenfassend ließ sich somit aus der vorliegenden Arbeit schließen, dass dorsale Zugangswege zur Halswirbelsäule verlängerte Anästhesie- und Chirurgie-kontrollierte Zeiten im Vergleich zu ventralen Zugängen bedeuteten und sich damit als deutlich aufwendigeres Verfahren darstellten. Für ventrale Zugänge wurden die altersbedingt verlängerten Anästhesie-kontrollierten Zeiten durch kürzere Schnitt-Naht-Zeiten mehr als kompensiert, was letztlich eine Folge des veränderten Verletzungsmusters bei zunehmendem Patientenalter war.

Dorsale Eingriffe im Bereich der Halswirbelsäule stellen somit durch einen insgesamt höheren Aufwand eine besondere Herausforderung dar, sind jedoch für ausgewählte Indi-

kationen notwendig. Durch verlängerte anästhesiologische Prozesszeiten mit zunehmendem Alter bei ventralen Verfahren könnten höhere Kosten (z.B. Personalkosten in der Anästhesie) entstehen. Beachtenswert wäre dieser Aspekt vor allem in Bezug auf den demografischen Wandel und einen möglicherweise damit einhergehenden Anstieg dieser OP-Verfahren. Ansatzpunkte für Optimierungen und zur Effizienzsteigerung könnten aus anästhesiologischer Sicht in diesem Bereich liegen, was eine genauere Analyse einzelner Prozesse bedürfen würde.

---

<sup>1</sup> Seitenzahl insgesamt

<sup>2</sup> Zahl der im Literaturverzeichnis ausgewiesenen Literaturangaben

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	vii
Tabellenverzeichnis	viii
Abkürzungsverzeichnis	x
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung . . . . .	1
1.1.1 Wirtschaftliche Begrifflichkeiten . . . . .	2
1.1.2 Politischer Rahmen . . . . .	2
1.1.3 Bedeutung für Krankenhäuser . . . . .	2
1.1.4 Gesundheitsausgaben und demografische Hintergründe . . . . .	3
1.2 Zielsetzung der Arbeit . . . . .	5
<b>2 Methodik</b>	<b>6</b>
2.1 Zeitraum und Design der Datenerfassung . . . . .	6
2.2 Patientenzusammenstellung . . . . .	6
2.2.1 Body-Mass-Index . . . . .	8
2.2.2 ASA-Klassifikation . . . . .	8
2.2.3 Statistische Auswertung der Daten . . . . .	9
2.3 Erfassung der Prozesszeiten im OP-Ablauf . . . . .	10
2.3.1 Definition der perioperativen Prozesszeiten . . . . .	10
2.3.2 Ermittlung der Prozesszeiten . . . . .	13
2.4 Erfassung der Kennzahlen im OP-Ablauf . . . . .	13
2.4.1 Definition der perioperativen Kennzahlen . . . . .	13
2.4.2 Ermittlung der Kennzahlen . . . . .	17
2.5 Statistische Auswertung der Daten . . . . .	17
<b>3 Ergebnisse</b>	<b>18</b>
3.1 Ethikantrag . . . . .	18
3.2 Ergebnisse der Patientenzusammenstellung . . . . .	18

3.3	Patientenverteilung . . . . .	18
3.3.1	Jahresverteilung . . . . .	19
3.3.2	Geschlechterverteilung . . . . .	19
3.3.3	Altersgruppen . . . . .	20
3.3.4	Body-Mass-Index . . . . .	22
3.3.5	Frakturmechanismus . . . . .	23
3.3.6	Frakturlokalisation . . . . .	24
3.3.7	Operativer Zugangsweg . . . . .	25
3.3.8	ASA-Klassifikation . . . . .	26
3.3.9	Entlassung aus der stationären Behandlung . . . . .	27
3.4	Perioperative Prozesszeiten . . . . .	29
3.4.1	Ergebnisse der Ermittlung der Kennzahlen . . . . .	29
3.4.2	Vergleich der Kennzahlen innerhalb verschiedener Gruppen . . . . .	31
3.4.3	Prozesszeiten in Abhängigkeit vom Alter und vom operativen Zugangsweg . . . . .	41
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>44</b>
4.1	Diskussion der Methodik . . . . .	44
4.1.1	Retrospektives Studiendesign . . . . .	44
4.1.2	Patientenzusammenstellung . . . . .	44
4.1.3	Datenerfassung . . . . .	45
4.1.4	Statistische Auswertung . . . . .	45
4.2	Diskussion der Ergebnisse der Patientenverteilung . . . . .	46
4.2.1	Jahresverteilung . . . . .	46
4.2.2	Geschlechter- und Altersverteilung . . . . .	46
4.2.3	Body-Mass-Index . . . . .	49
4.2.4	Frakturmechanismus . . . . .	50
4.2.5	Frakturlokalisation . . . . .	52
4.2.6	Operativer Zugangsweg . . . . .	52
4.2.7	ASA-Klassifikation . . . . .	54
4.2.8	Entlassung aus der stationären Behandlung . . . . .	55
4.2.9	Schlussfolgerungen zur Patientenverteilung . . . . .	56
4.3	Diskussion der ermittelten perioperativen Prozesszeiten . . . . .	57
4.3.1	Diskussion der ermittelten Kennzahlen . . . . .	57
4.3.2	Vergleich der Kennzahlen innerhalb verschiedener Gruppen . . . . .	59
4.3.3	Schlussfolgerungen aus der Auswertung der Kennzahlen . . . . .	62
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung der Arbeit</b>	<b>64</b>

<b>Literatur</b>	<b>69</b>
<b>Anhang</b>	<b>79</b>
<b>A Methodik</b>	<b>79</b>
<b>B Ergebnisse</b>	<b>84</b>
B.1 Ergebnisse operativer Zugangsweg . . . . .	84
B.2 Ergebnisse Geschlecht . . . . .	85
B.3 Ergebnisse Altersgruppen . . . . .	85
<b>Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit</b>	<b>87</b>
<b>Danksagung</b>	<b>88</b>

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Anstieg der Gesundheitsausgaben (mod. n. [Statistisches Bundesamt, 2018b])	3
1.2	Gesundheitsausgaben in Deutschland (mod. n. [Statistisches Bundesamt, 2018c]) . . . . .	4
1.3	Zu erwartende Behandlungskosten [Nöthen, 2011] . . . . .	4
2.1	ASA-Klassifikation [Irlbeck, 2017] . . . . .	9
2.2	Zeitpunkte Anästhesie 1 [Bauer, 2016] . . . . .	10
2.3	Zeitpunkte Anästhesie 2 [Bauer, 2016] . . . . .	11
2.4	Zeitpunkte Anästhesie 3 [Bauer, 2016] . . . . .	11
2.5	Zeitpunkte Operation 1 [Bauer, 2016] . . . . .	11
2.6	Zeitpunkte Operation 2 [Bauer, 2016] . . . . .	11
2.7	Zeitpunkte Operation 3 [Bauer, 2016] . . . . .	12
2.8	Zeitpunkte Operation 4 [Bauer, 2016] . . . . .	12
2.9	Zeitpunkte Anästhesie 4 [Bauer, 2016] . . . . .	12
2.10	Zeitpunkte Anästhesie 5 [Bauer, 2016] . . . . .	12
2.11	Zeitpunkte Patientenlogistik 1 [Bauer, 2016] . . . . .	13
2.12	Zeitpunkte Patientenlogistik 2 [Bauer, 2016] . . . . .	13
2.13	Kennzahlen K2 [Bauer, 2016] . . . . .	14
2.14	Kennzahlen K4 [Bauer, 2016] . . . . .	14
2.15	Kennzahlen K7 [Bauer, 2016] . . . . .	14
2.16	Kennzahlen K8 [Bauer, 2016] . . . . .	15
2.17	Kennzahlen K9 [Bauer, 2016] . . . . .	15
2.18	Kennzahlen K3 [Bauer, 2016] . . . . .	15
2.19	Kennzahlen K5 [Bauer, 2016] . . . . .	15
2.20	Kennzahlen K6 [Bauer, 2016] . . . . .	16
2.21	Kennzahlen K10 [Bauer, 2016] . . . . .	16
2.22	Kennzahlen K12 [Bauer, 2016] . . . . .	16
2.23	Kennzahlen K13 [Bauer, 2016] . . . . .	16
2.24	Kennzahlen K33 [Bauer, 2016] . . . . .	16
3.1	Verteilung der analysierten Operationen der HWS auf die Untersuchungsjahre	19



3.2	Verhältnis männlicher zu weiblicher Patienten . . . . .	20
3.3	Verhältnis der drei Altersgruppen . . . . .	20
3.4	Verteilung der Patienten in Hinblick auf Alter, Geschlecht, Zugangsweg/Lagerung und Frakturlokalisation. Die Daten sind als arithmetisches Mittel und Standardabweichung angegeben. Alle kategorialen Variablen wurden mit Pearson's Chi-Quadrat-Test und Bonferroni-Korrektur auf statistisch signifikante Unterschiede geprüft. Die p-Werte für das Alter beziehen sich auf den Kruskal-Wallis-Test mit Dunn's Post-hoc-Test und Bonferroni-Korrektur. age = Alter, female = weiblich, odontoid fractures = Dens axis-Frakturen Anderson Typ II, supine = Rückenlage, prone = Bauchlage. [Schnoor, 2018]	21
3.5	Darstellung der Altersgruppenverteilung bei männlichen und weiblichen Patienten . . . . .	22
3.6	Verteilung des BMIs im Untersuchungskollektiv, Darstellung von Übergewicht im rechten Kreis in Untergruppen . . . . .	22
3.7	Verteilung des BMIs innerhalb der weiblichen und männlichen Patientengruppe . . . . .	23
3.8	Vergleich des Anteils von traumatischen und atraumatischen Frakturen sowie Zweit-/Re-Eingriffen . . . . .	23
3.9	Vergleich von Dens axis-Frakturen und anderen HWS-Verletzungen . . . .	24
3.10	Vergleich von Dens axis-Frakturen und anderen HWS-Verletzungen innerhalb der drei Altersgruppen . . . . .	25
3.11	Vergleich des Anteils von dorsalem und ventralem operativen Zugangsweg .	25
3.12	Darstellung der operativen Zugangswege innerhalb der Altersgruppen 1-3 in Zusammenhang mit dem Verletzungsmuster. OSF= anterior odontoid screw fixation, ventrale Verschraubung; TAFOF= anterior transarticular atlantoaxial fixation and odontoid fusion, ventrale transartikuläre atlantoaxiale Fixation und Densfusion; ACDF= anterior cervical decompression and fusion, anteriore zervikale Dekompression und Fusion. [Schnoor, 2018]	26
3.13	Verteilung in die ASA-Klassen I bis V . . . . .	27
3.14	Entlassung der Patienten aus der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie	27
3.15	Verhältnis der durchschnittlichen Prozesszeiten, ausgehend von den Mittelwerten der Chirurgie-kontrollierten Zeit (= perioperative Zeit) und Anästhesie-kontrollierten Zeit (= anästhesiologischer Vorlauf und Nachlauf) . . . . .	30
3.16	Vergleich der anästhesiologischen Kennzahlen bei ventralem und dorsalem Zugangsweg . . . . .	33
3.17	Vergleich der operativ beeinflussten Kennzahlen bei ventralem und dorsalem Zugangsweg . . . . .	33

3.18	Vergleich der anästhesiologischen Kennzahlen von ventralem und dorsalem Zugangsweg, Darstellung als Boxplot . . . . .	34
3.19	Vergleich der operativ beeinflussten Kennzahlen von ventralem und dorsalem Zugangsweg, Darstellung als Boxplot . . . . .	34
3.20	Vergleich der anästhesiologischen Kennzahlen bei weiblichen und männlichen Patienten . . . . .	36
3.21	Vergleich der operativ beeinflussten Kennzahlen bei weiblichen und männlichen Patienten . . . . .	36
3.22	Vergleich der anästhesiologischen Kennzahlen innerhalb verschiedener Altersgruppen . . . . .	37
3.23	Vergleich der operativ beeinflussten Kennzahlen innerhalb verschiedener Altersgruppen . . . . .	38
3.24	Anästhesie-Kennzahlen der Altersgruppen 1 ( $< 60$ Jahre) und 2 (60-79 Jahre), Darstellung als Boxplot . . . . .	38
3.25	Anästhesie-Kennzahlen der Altersgruppen 2 (60-79 Jahre) und 3 ( $\geq 80$ Jahre), Darstellung als Boxplot . . . . .	39
3.26	Vergleich der Schnitt-Naht-Zeit K8 innerhalb der Altersgruppen 1 bis 3, Darstellung als Boxplot . . . . .	39
3.27	Prozesszeiten innerhalb der Altersgruppen. Angabe als arithmetisches Mittel und Standardabweichung. P-Werte nach Kruskal-Wallis-Test mit Dunn's Post-hoc-Test und Bonferroni-Korrektur. Bezeichnungen der Kennzahlen: Delta 1 = Z1, Delta 2 = K2, Delta 3 = Z2, Delta 4 = Z3, Delta 5 = K8, Delta 6 = K9, Delta 7 = K3, Delta 8 = Z4. [Schnoor, 2018] . . . . .	41
3.28	Prozesszeiten Delta 2 (= K2, Anästhesie-Einleitungsdauer), Delta 4 (= Z3, Operateur-vorbereitende Zeit) und Delta 5 (= K8, Schnitt-Naht-Zeit) in Minuten der drei Altersgruppen in Rücken- und Bauchlage. Angabe als arithmetisches Mittel und Standardabweichung. Anhand des Mann-Whitney-U-Tests erfolgte die Analyse der Patientenlagerung auf statistisch signifikante Unterschiede. [Schnoor, 2018] . . . . .	42
3.29	delta 2 = K2, Anästhesie-Einleitungsdauer [Schnoor, 2018] . . . . .	43
3.30	delta 4 = Z3, Operateur-vorbereitende Zeit [Schnoor, 2018] . . . . .	43
3.31	delta 5 = K8, Schnitt-Naht-Zeit [Schnoor, 2018] . . . . .	43
4.1	Body-Mass-Index-Verteilung innerhalb der deutschen Bevölkerung im Jahr 2005 (mod. n. [Statistisches Bundesamt, 2006]) . . . . .	49
4.2	Body-Mass-Index-Verteilung innerhalb der deutschen Bevölkerung im Jahr 2013 (mod. n.[Statistisches Bundesamt, 2014]) . . . . .	50
4.3	Unfallmechanismen im Alter [Obertacke, 2000] . . . . .	51

4.4	Verletzungslevel HWS; weiße Balken = Patienten 65–75 Jahre (n = 96 Verletzungen bei 59 Patienten), schwarze Balken = Patienten >75 Jahre (n = 129 Verletzungen bei 90 Patienten) [Lomoschitz, 2002] . . . . .	52
4.5	Wahl des Zugangsweges nach einer Studie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie [Bühren, 2002] . . . . .	53
4.6	Beispiel eines ventralen Verfahrens: ventrale Spondylodese C4/C6 mittels Beckenkammspan und winkelstabiler Platte [Laurer, 2010] . . . . .	53
4.7	Beispiel eines dorsalen Verfahrens: dorsale transartikuläre Verschraubung C2/C1: a) Seitliche Kontrolle mit korrekter Lage der Schraubenspitze in der ventralen Kortikalis, HWK 1; b) a.p.-Kontrolle mit korrektem zentralen transartikulären Verlauf der Schrauben [Bühren, 2002] . . . . .	54
4.8	Entlassungsart von Patienten mit proximaler Femurfraktur [Bliemel, 2012] im Vergleich zur Entlassung der untersuchten Patientengruppe . . . . .	56
A.1	Perioperative Prozesskette [Mende, 2009] . . . . .	83

# Tabellenverzeichnis

3.1	Altersgruppenverteilung bei männlichen und weiblichen Patienten . . . . .	21
3.2	Polytrauma . . . . .	24
3.3	Kennzahlen der Anästhesie, Datenanalyse von 330 Patienten, Einheit: Minute (min) . . . . .	29
3.4	Kennzahlen der Chirurgie, Datenanalyse von 330 Patienten, Einheit: Minute (min) . . . . .	29
3.5	Anästhesie- und Chirurgie-kontrollierte Zeiten, Mittelwerte und Summe der Werte der ermittelten Kennzahlen . . . . .	30
3.6	Aufwachraumdauer, Datenanalyse von 116 Patienten, Einheit: Minute (min)	31
3.7	Vergleich von ventralem und dorsalem Zugangsweg in Bezug auf Mittelwert und Standardabweichung, ventral: 251 Patienten (Anteil: 76,1 %), dorsal: 79 Patienten (Anteil: 23,9%), Einheit: Minute (min) . . . . .	32
3.8	Vergleich von weiblichen und männlichen Patienten in Bezug auf Mittelwert und Standardabweichung, weibliche Patienten: 128 Patienten (Anteil: 38,8%), männliche Patienten: 202 Patienten (Anteil: 61,2%), Einheit: Minute (min) . . . . .	35
3.9	Vergleich von unterschiedlichen Altersgruppen in Bezug auf Mittelwert und Standardabweichung, Gruppe 1 < 60 Jahre: 102 Patienten (Anteil: 30,9%), Gruppe 2 60-79 Jahre: 123 Patienten (Anteil: 37,3%), Gruppe 3 ≥ 80 Jahre: 105 Patienten (Anteil: 31,8%), Einheit: Minute (min) . . . . .	37
A.1	Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Daten aus den OP-Büchern, beispielhaft für 14 Datensätze . . . . .	79
A.2	Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Daten aus dem Patienten-Daten-Management-System COPRA (1), beispielhaft für 14 Datensätze . .	79
A.3	Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Daten aus dem Patienten-Daten-Management-System COPRA (2), beispielhaft für 14 Datensätze . .	80
A.4	Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Daten aus der hausinternen Datenbank SAP (1), beispielhaft für 14 Datensätze . . . . .	81

A.5	Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Daten aus der hausinternen Datenbank SAP (2), beispielhaft für 14 Datensätze . . . . .	81
A.6	Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Prozesszeiten (1), beispielhaft für 14 Datensätze . . . . .	82
A.7	Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Prozesszeiten (2), beispielhaft für 14 Datensätze . . . . .	82
B.1	Kennzahlen des ventralen Zugangsweges, 251 Patienten, Einheit: Minute (min) . . . . .	84
B.2	Kennzahlen des dorsalen Zugangsweges, 79 Patienten, Einheit: Minute (min)	84
B.3	Kennzahlen weiblicher Patienten, 128 Patienten, Einheit: Minute (min) . .	85
B.4	Kennzahlen männlicher Patienten, 202 Patienten, Einheit: Minute (min) . .	85
B.5	Kennzahlen innerhalb der Altersgruppe 1 ( $< 60$ Jahre), 102 Patienten, Einheit: Minute (min) . . . . .	85
B.6	Kennzahlen innerhalb der Altersgruppe 2 (60-79 Jahre), 123 Patienten, Einheit: Minute (min) . . . . .	86
B.7	Kennzahlen innerhalb der Altersgruppe 3 ( $\geq 80$ Jahre), 105 Patienten, Einheit: Minute (min) . . . . .	86

# Abkürzungsverzeichnis

## Abkürzungen

Abb.	Abbildung
Access	Microsoft Access® (Microsoft Access® 2010, Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA)
AHB	Anschlussheilbehandlung
ASA	American Society of Anesthesiologists
AWR	Aufwachraum
BMI	Body-Mass-Index
BWS	Brustwirbelsäule
bzw.	beziehungsweise
COPRA	Computer Organized Patient Report Assistant (COPRA System GmbH, Berlin, Deutschland)
DRG-System	Diagnosis Related Groups-System
Excel	Microsoft Excel® (Microsoft Excel® 2007, Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA)
HWK	Halswirbelkörper
HWS	Halswirbelsäule
ICU	Intensive Care Unit (englisch) für Intensivstation
ITS	Intensivtherapiestation
mod. n.	modifiziert nach
n.s.	nicht signifikant
o.g.	oben genannt
OP	Operation
S.	Siehe
SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung (SAP GUI 7.10, SAP Deutschland SE & Co. KG, Walldorf, Deutschland)
sog.	sogenannt

SPSS®	Statistical Package for the Social Sciences (SPSS® Statistics, Version 20, IBM Corporation, Armonk, NY, USA)
WS	Wirbelsäule
ZVK	Zentraler Venenkatheter
i.v.	intravenös
z.B.	zum Beispiel

## Mathematische Begrifflichkeiten

s	Standardabweichung
min	Minute
<	kleiner als
≥	größer gleich

# Kapitel 1

## Einleitung

### 1.1 Problemstellung

Frakturen der Halswirbelsäule (HWS) stellen Traumata im Bereich des Stützgelenkes dar, welche lebens- und lebensqualitätsbedrohend sein können [Müller et al., 2008]. Zwar sind Wirbelsäulenverletzungen mit einem Anteil von 0,5–1 Prozent im Vergleich zu anderen Verletzungen des Bewegungsapparates selten, doch haben sie aufgrund möglicher individueller und gesundheitsökonomischer Folgen eine besondere Bedeutung [Eysel u. Fürderer, 2004]. Diese Verletzungsmuster, insbesondere die osteoporotisch begünstigten Wirbelkörperfrakturen älterer Menschen, sind für operierende Fachabteilungen häufig eine Herausforderung [Müller et al., 2008]. Neben der Osteoporose gelten degenerative Gelenkveränderungen und eine zunehmende Sturzneigung unterschiedlicher Ursachen als weitere Risikofaktoren [Kleespies, 2013; Riem et al., 2012]. Bereits heute machen Fragilitätsfrakturen alter Menschen, wozu die Wirbelsäulenverletzungen (Wirbelkörperfrakturen) gezählt werden, einen Großteil der unfallchirurgischen Patienten aus [Riem et al., 2012]. Zervikale Frakturen stellen mit 60 Prozent der Wirbelsäulenfrakturen den Hauptanteil dar [Krüger, 2013]. Vor allem der Dens axis des zweiten Halswirbels bildet im höheren Lebensalter eine Schwachstelle, sodass es in diesem Bereich gehäuft zu Verletzungen kommt [Böckmann, 2013]. Vor dem demographischen Hintergrund einer zunehmend alternden Bevölkerung ist eine stetig steigende Inzidenz dieser Krankheitsbilder zu erwarten [Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2011]. Damit ist eine Analyse der Prozesszeiten in einem solchen Bereich auch für die Planung zukünftiger Ressourcen von besonderer Bedeutung. Aufgrund zunehmender Standardisierung operativer Versorgungstechniken bieten sich die HWS-Frakturen für eine erste Prozessanalyse an. Weiterhin spielt im heutigen klinischen Alltag nicht nur die ärztliche Expertise eine Rolle, sondern vielmehr unterliegt das deutsche Gesundheitswesen einem stetigen Wandel [Spindler et al., 2009; Lübbe, 2010]. Betriebswirtschaftliche Kompetenzen sind zunehmend gefragt. Ursachen für den Struk-



turwandel stellen neben demografischen Veränderungen der medizinische Fortschritt und die Einführung des Diagnosis Related Groups-Systems (DRG-Systems) im Jahre 2004 dar [Schmola, 2016; Lübbe, 2010; Schmidt et al., 2004]. Dadurch rückt eine effiziente und wirtschaftliche Leistungserbringung im medizinischen Bereich zunehmend in den Vordergrund [Bauer et al., 2004].

### 1.1.1 Wirtschaftliche Begrifflichkeiten

Diese vor allem auch politisch getragenen Veränderungen im Bereich des Gesundheitswesens führen Begriffe wie Wirtschaftlichkeit und Effizienz in den Alltag der Medizin ein. Die Wirtschaftlichkeit gibt das Verhältnis von erreichtem Ertrag (Erlös) zum dafür eingesetzten Aufwand (Kosten) an und stellt damit ein Maß für die Effizienz eines Unternehmens dar. Nach dem ökonomischen Prinzip (auch Wirtschaftlichkeitsprinzip) sollen Güter bzw. Ressourcen effektiv eingesetzt werden, um schließlich die Gewinne zu steigern [Lübbe, 2010; Tiedtke, 2007; Janedu UG, 2018a,b]. Es finden sich zwei unterschiedliche Varianten des ökonomischen Prinzips, wobei im Krankenhausystem vor allem das Minimalprinzip zum Einsatz kommt [Lübbe, 2010].

- „Das Minimalprinzip besagt, dass eine bestimmte Leistung mit geringstmöglichen Kosten, die mit der Prozesskette verbunden sind, erbracht werden soll.“ [Tiedtke, 2007]
- „Das Maximalprinzip besagt, dass mit gegebener Kostenhöhe der Prozesskette die höchstmögliche Leistung erbracht wird.“ [Tiedtke, 2007]

### 1.1.2 Politischer Rahmen

Dass Maßnahmen im Gesundheitssystem nach den betriebswirtschaftlichen Kriterien der Wirtschaftlichkeit zu leisten sind, wurde als Wirtschaftlichkeitsgebot in Paragraph 12 des fünften Sozialgesetzbuches (SGB) zum Thema Gesetzliche Krankenversicherung durch den Gesetzgeber festgelegt. Entsprechend heißt es: „*Die Leistungen müssen ausreichend, zweckmäßig und wirtschaftlich sein; sie dürfen das Maß des Notwendigen nicht überschreiten. Leistungen, die nicht notwendig oder unwirtschaftlich sind, können Versicherte nicht beanspruchen, dürfen die Leistungserbringer nicht bewirken und die Krankenkassen nicht bewilligen.*“ [Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 1988]

### 1.1.3 Bedeutung für Krankenhäuser

Durch diese Rahmenbedingungen stehen die Krankenhäuser unter einem enormen Kosten- und Konkurrenzdruck [Schnoor et al., 2011]. Es müssen Ausgaben und Gewinne sicher kal-

kuliert werden, denn nur wirtschaftlich lohnenswerte Standorte können in Deutschlands Krankenhauslandschaft überleben [Augurzy et al., 2011]. Dies bringt es mit sich, dass stetig Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und Prozessoptimierung notwendig sind [Schmola, 2016]. Dem gegenüber stehen die ebenso zu beachtenden und mit dem medizinischen Fortschritt weiter wachsenden Qualitätsansprüche an die Kliniken als Leistungserbringer [Schnoor et al., 2011]. Ebenso darf neben dem ökonomischen Kostendruck das Selbstverständnis der Ärzte und Handeln nach ethischen Grundsätzen nicht vernachlässigt werden [Schnoor u. Hokema, 2011]. Im kostenintensiven Operationsbereich, welcher zwischen 30 und 40 Prozent der Gesamtkosten (klinikabhängig auch bis zu 50 Prozent) im Bereich der stationären Versorgung ausmacht, sind daher regelmäßige Kontrollen und Verbesserungen der Prozesse erforderlich [Mende, 2009; Bauer et al., 2004]. Hierbei haben Zeitmessstudien in den letzten Jahren zunehmend für Krankenhauskostenrechnung und Prozessoptimierung an Bedeutung gewonnen [Fehrle et al., 2013]. So sollten Abläufe und Prozesse stets reevaluiert und optimiert werden, um schließlich Gewinne zu erzielen [Kohler, 2008].

#### 1.1.4 Gesundheitsausgaben und demografische Hintergründe

Die stetigen Verbesserungen und Entwicklungen in klinischen Prozessen stellen auch vor dem demografischen und gesamtwirtschaftlichen Hintergrund eine besondere Aufgabe dar. Die Ausgaben im Bereich des Gesundheitswesens erlebten in Deutschland in den letzten Jahren einen kontinuierlichen Anstieg (Abb.1.1) [Statistisches Bundesamt, 2017a].



Abbildung 1.1: Anstieg der Gesundheitsausgaben (mod. n. [Statistisches Bundesamt, 2018b])

Mit über einem Viertel des Gesamtvolumens fallen im Krankenhaussektor die höchsten Krankheitskosten an (Abb.1.2), weshalb sich dieser zudem besonders für Optimierungsansätze eignet [Nöthen, 2011; Statistisches Bundesamt, 2017b].

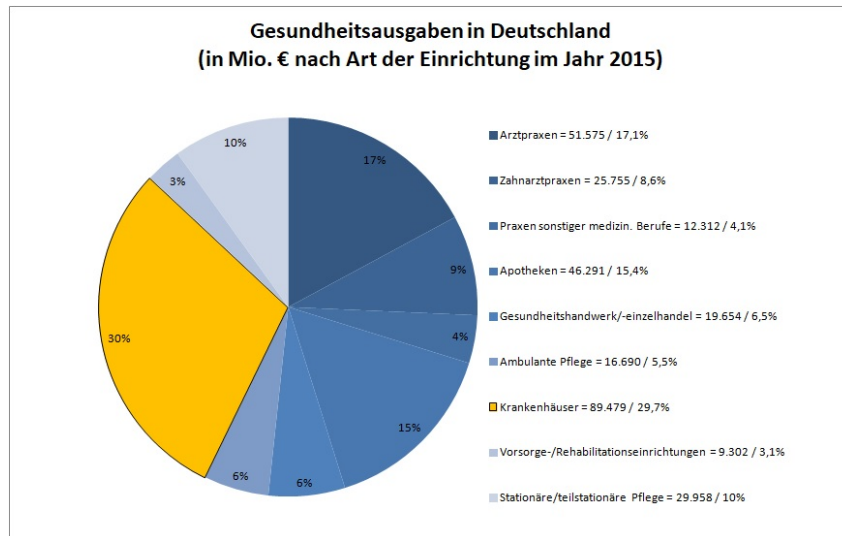


Abbildung 1.2: Gesundheitsausgaben in Deutschland (mod. n. [Statistisches Bundesamt, 2018c])

Im Hinblick auf eine Verschiebung der Altersstruktur der Bevölkerung mit zunehmend älteren Menschen bei einer insgesamt sinkenden Bevölkerungszahl wird weiterhin mit ansteigenden Patientenzahlen und Kosten in den Krankenhäusern gerechnet [Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010]. In Vorausberechnungen zur Planung von stationären Behandlungskosten bis zum Jahr 2030 werden zwei mögliche Szenarien verwendet. Das Status-quo-Szenario, welches von gleichbleibenden Bedingungen bei demografischer Alterung ausgeht und ein Kompressions-Szenario, bei dem es zu einer Verschiebung schwerer Krankheiten ins höhere Lebensalter, entsprechend der längeren Lebenserwartung, kommt. In beiden Theorien ergeben die Berechnungen eine deutliche Erhöhung der Behandlungskosten der älteren Patienten ab 65 Jahren (Abb.1.3) [Nöthen, 2011; Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2010].

**Vorausberechnung der Behandlungskosten in Krankenhäusern nach Altersgruppen**

	2008	2030	Veränderung
	Milliarden EUR		%
Kompressions-Szenario .....	66,7	69,8	+ 4,6
bis 64 Jahre .....	34,3	28,6	- 16,6
65 Jahre und älter .....	32,4	41,1	+ 27,0
Status-quo-Szenario .....	66,7	75,5	+ 13,1
bis 64 Jahre .....	34,3	30,8	- 10,1
65 Jahre und älter .....	32,4	44,6	+ 37,8

Abbildung 1.3: Zu erwartende Behandlungskosten [Nöthen, 2011]

„Dadurch verändert sich die altersspezifische Verteilung der Kosten: Der Kostenanteil der Altersgruppe ab 65 Jahren am Gesamtvolumen wächst in beiden Modellen übereinstim-

mend von rund 49 % im Jahr 2008 auf rund 59 % im Jahr 2030.“[Nöthen, 2011] Dementsprechend sollten Ansätze zur Optimierung beispielsweise Erkrankungen einschließlich Therapie des höheren Lebensalters, wie es Frakturen im Bereich der Halswirbelsäule sind, fokussieren. Zudem ist zu beachten, dass bei älteren Patienten operative Prozesszeiten länger sein könnten, da aufgrund einer Multimorbidität sowohl die anästhesiologischen als auch die chirurgischen Abläufe möglicherweise erschwert werden [Kleespies, 2013].

## 1.2 Zielsetzung der Arbeit

Das Ziel dieser Untersuchung ist die Erstellung einer Prozessanalyse der operativen Therapie bei älteren Patienten mit Halswirbelsäulenfrakturen am Universitätsklinikum Leipzig. In Abhängigkeit vom Patientenalter erfolgen die Erfassung und der Vergleich der perioperativen Prozesszeiten. Aus den gewonnen Ergebnissen könnte ein möglicher Optimierungsansatz für den Operationsbereich entstehen. Weiterhin böten sich Möglichkeiten und Ansatzpunkte einer Effizienzsteigerung im klinischen Setting an. Mit der Analyse des anästhesiologischen Aufwands könnte ein zukünftiger Ressourcenbedarf abgeleitet werden. Darüber hinaus dienen die Ergebnisse als Vergleichswerte für zukünftige Prozessanalysen.

# Kapitel 2

## Methodik

### 2.1 Zeitraum und Design der Datenerfassung

Bei der durchgeführten Studie handelt es sich um eine retrospektive Datenerhebung. Die Auswertung umfasst den Zeitraum vom 01.07.2003 bis 31.07.2013.

### 2.2 Patientenzusammenstellung

Im ersten Schritt erfolgte die Durchsicht der OP-Bücher des unfallchirurgischen OP-Saals am Universitätsklinikum Leipzig der Jahre 2003 bis 2013. Die Zusammenstellung der HWS-Operationen umfasste die Patienten, welche durch die Klinik für Unfallchirurgie in dem primär dafür vorgesehenen Operationssaal (= Saal 10) versorgt wurden. In die vorliegende Analyse fielen nicht alle in dem Beobachtungszeitraum an der Halswirbelsäule Operierten des Klinikums. Erfasst wurden zunächst die Patienten mit Operationen an der Halswirbelsäule entsprechend der folgenden Parameter:

- Name und Vorname
- Geburtsdatum
- Operationsdatum
- Diagnose
- Art des Eingriffes.

Eine beispielhafte Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Daten aus den OP-Büchern für 14 Datensätze findet sich im Anhang (Tabelle A.1).

Als nächstes wurden die gewonnenen Daten kontrolliert und ergänzt durch die Nutzung eines internen Dokumentationssystems (Patienten-Daten-Management-System COPRA,

COPRA System GmbH, Berlin, Deutschland). Hierdurch konnten weitere perioperative Informationen gesammelt werden (Tabelle A.2 und A.3):

- Größe
- Gewicht
- ASA
- Anästhesie Medikamente
- Besonderheiten zur Intubation
- Venenzugänge
- ZVK
- Arterie
- Dauerkatheter
- Diurese
- Injektionen i.v.
- Weitere Medikamente
- Infusionsmenge
- Art der Infusionslösungen
- Transfusionen
- Intraoperative Besonderheiten.

Alle Parameter wurden in eine Excel-Tabelle überführt (Microsoft Excel® 2007, Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

Als dritter Schritt erfolgte die Vervollständigung des Datensatzes über eine hausinterne Datenbankrecherche (SAP GUI 7.10, SAP Deutschland SE & Co. KG, Walldorf, Deutschland) mit den Informationen:

- Aufnahmedatum
- Entlassungsdatum
- Laborwerte präoperativ
- Hauptverletzung (Wirbelsäule)

- Verletzungsmechanismus (traumatisch oder atraumatisch)
- Begleitverletzungen
- Begleiterkrankungen
- Komplikationen postoperativ
- Medikamente bei Entlassung
- Verlegung (AHB, Rehabilitationseinrichtung, Entlassung nach Hause)
- Sonstiges (z.B. Verweildauer auf Intensivtherapiestation, andere Operationen)
- Zuverlegung von extern.

Im Anhang (Tabelle A.4 sowie A.5) sind einige Werte ebenso zur Veranschaulichung dargestellt.

In dieser gewonnenen Patientensammlung erfolgte die Analyse mit Hilfe von Arztbriefen und OP-Berichten hinsichtlich der Frakturlokalisierung/Art der Fraktur und des operativen Verfahrens. Ausgeschlossen wurden Patienten mit folgenden Eingriffsarten: Operationen mit zusätzlich versorgten Verletzungsmustern, OP-Bereich bis zur BWS erweitert, Wundrevisionen und Materialentfernungen. Zudem wurden konservative Verfahren der Reposition und Anlage eines Halo-Fixateurs ausgeschlossen.

### **2.2.1 Body-Mass-Index**

Im untersuchten Kollektiv wurde zusätzlich zu den aufgelisteten Parametern der Body-Mass-Index (BMI, Körpermassenindex) errechnet. Dieser dient der Gewichtsklassifikation. Der BMI ergibt sich als Quotient aus Körpergewicht (kg) und Körpergröße (m) zum Quadrat und trägt die Einheit  $\text{kg}/\text{m}^2$  [Wirth u. Hauner, 2013].

### **2.2.2 ASA-Klassifikation**

Aus den Daten des Patienten-Daten-Management-System COPRA wurde eine Einschätzung der Patienten nach der ASA-Klassifikation durchgeführt. Dieses von der American Society of Anesthesiologists (ASA) veröffentlichte Kategorisierungsinstrument dient der präoperativen Einteilung von Patienten nach ihren Erkrankungen und stellt einen guten Prädiktor bezüglich der perioperativen Morbidität sowie Letalität dar [Irlbeck et al., 2017; Heinrichs et al., 2010].

**Tab. 4** ASA-Klassifikation im Kerndatensatz 3.0 DGAI 2010 und Beispieldiagnosen der American Society of Anesthesiologists Physical Status (ASA PS) Classification. (Auszug aus American Society of Anesthesiologists [2])

ASA-Klasse	DGAI 2010	ASA 2014
I	Normaler, gesunder Patient	Gesund, Nichtraucher, kein oder minimaler Alkoholkonsum
II	Patient mit leichter Allgemeinerkrankung (z. B. gut eingestellter Hypertonus, schwach ausgeprägter Diabetes)	Raucher, regelmäßiger Alkoholkonsum (z. B. zu sozialen Anlässen), Schwangerschaft, Adipositas (BMI 30–40 kg/m <sup>2</sup> ), gut eingestellter DM oder aHT, leichte Lungenerkrankung
III	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung (z. B. Angina pectoris, früherer Myokardinfarkt, COPD)	Schlecht eingestellter DM oder aHT; COPD, BMI $\geq$ 40 kg/m <sup>2</sup> , Hepatitis, Drogenmissbrauch (einschließlich Alkohol), Schrittmacher, reduzierte myokardiale EF, terminale Niereninsuffizienz mit Dialysepflichtigkeit, Apoplex, TIA, MI oder KHK mit Stent-Versorgung >3 Monate zurückliegend
IV	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung, die eine ständige Lebensbedrohung darstellt (z. B. chronische Herzinsuffizienz, Nierenversagen)	MI, Apoplex, TIA oder KHK mit Stent-Versorgung <3 Monate zurückliegend, schwere Herzklappenvitien, Herzinsuffizienz mit stark reduzierter EF, Sepsis, DIC, akutes Nierenversagen
V	Moribunder Patient, von dem nicht erwartet wird, dass er ohne Operation überlebt (z. B. rupturiertes BAA)	Rupturiertes abdominales/thorakales Aortenaneurysma, schweres Polytrauma, intrakranielle Blutung mit Hirndruck/Mittellinien-Shift, kritische Darmischämie, Multiorganversagen
VI	Hirntoter Organspender	–

aHT arterielle Hypertonie, BAA Bauchaortenaneurysma, BMI Body-Mass-Index, COPD „chronic obstructive pulmonary disease“ (chronisch obstruktive Lungenerkrankung), DIC „disseminated intravascular coagulation“ (disseminierte intravasale Gerinnung), DM Diabetes mellitus, EF Ejektionsfraktion, KHK koronare Herzkrankheit, MI Myokardinfarkt, TIA transitorisch ischämische Attacke

Abbildung 2.1: ASA-Klassifikation [Irlbeck, 2017]

### 2.2.3 Statistische Auswertung der Daten

Für die statistische Auswertung wurden die Daten im Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel® archiviert. Es erfolgte zunächst die Einteilung und Analyse der Patientendaten nach verschiedenen Kriterien (im Folgenden aufgelistet):

- Anzahl der HWS-Operationen pro Jahr
- Geschlecht (männlich - weiblich)
- Altersgruppen (< 60 Jahre, 60-79 Jahre,  $\geq$  80 Jahre)
- Body-Mass-Index (BMI)
- Frakturmechanismus und -lokalisierung



- OP-Zugang (ventrale Versorgung, dorsale Versorgung)
- ASA-Klassifikation
- Verweildauer im Krankenhaus
- Entlassung.

### Operativer Zugangsweg

Die Wahl des chirurgischen Vefahrens und damit Zugangsweges hängt vom Verletzungsmuster der HWS ab. Die Frakturversorgung durch ventralen Zugangsweg in Rückenlage des Patienten findet Anwendung bei Dens axis-Frakturen vom Typ Anderson II (vordere Schraubenfixation (Verschraubung) des Dens (= odontoid screw fixation, OSF)). Zudem ist dieser Weg Mittel der Wahl bei Densverletzungen in Verbindung mit einer Arthrose des C1/2-Gelenkes und/oder einer Atlasfraktur (transartikuläre atlantoaxiale Fixation mit Dens- (odontoid-) Fusion, TAFOF). Die Rückenlagerung kommt auch hauptsächlich bei Verletzungen unterhalb des 2. Halswirbelkörpers in Verbindung mit Bandscheibenverletzungen zum Einsatz (anteriore zervikale Dekompression und Fusion (= anterior cervical decompression and fusion, ACDF)). Der dorsale Zugangsweg in Bauchlage ist bei atypischen Dens axis-Frakturen, Dens-Dislokation  $> 2$  mm sowie bei Dens-Pseudarthrose indiziert. Weiterhin erfordern alle HWS-Verletzungen mit neurologischen Defiziten eine posteriore Stabilisation und Dekompression. [Schnoor et al., 2018]

## 2.3 Erfassung der Prozesszeiten im OP-Ablauf

### 2.3.1 Definition der perioperativen Prozesszeiten

Die Prozesszeiten entsprechen den im Glossar perioperativer Prozesszeiten und Kennzahlen - Version 2016 nach Bauer et al. [2016] definierten Zeitpunkten.

- AN\_PR\_BG\_A = Beginn Anästhesiearzt-Präsenz

A5

► **Beginn Präsenz Anästhesiologie-Arzt**

Def.: Beginn der Patientenbindung des Anästhesiologie-Arzt.

Bem.: Dieser Zeitpunkt ist relevant für die Kennzahl Anästhesiologie Präsenz-Zeit Arzt (K12).

Aus medikolegalen Gründen und zur Berechnung des Gleichzeitigkeitsfaktors entsprechend der Systematik des InEK-Kalkulationshandbuchs bei Doppelpräsenz am Patienten kann es sinnvoll sein, auch die Dokumentation von Präsenzzeiten weiterer Anästhesiologie-Ärzte, die über eine Supervisions-Funktion hinausgehen, zu ermöglichen. [5]

Abbildung 2.2: Zeitpunkte Anästhesie 1 [Bauer, 2016]

- AN\_BG\_A = Beginn Anästhesie

<b>A6</b>	<p>► <b>Beginn Anästhesie</b></p> <p>Def.: Zeitpunkt der Injektion des ersten Narkosemedikaments bzw. bei Regionalanästhesie der Zeitpunkt der Hautpunktion.</p> <p>Bem.: Dieser Zeitpunkt ist relevant für die Kennzahl „Reine Anästhesiezeit“ (RAnZ, K13). Eine Routedokumentation ist erforderlich.</p> <p>Es besteht Konsens, dass über die obige Definition hinaus medizinisch indizierte invasive anästhesiologische Maßnahmen am wachen Patienten (z.B. Anlegen einer invasiven arteriellen Druckmessung) als Beginn Anästhesie zu werten sind.</p>
-----------	--

Abbildung 2.3: Zeitpunkte Anästhesie 2 [Bauer, 2016]

- FREIG\_A = Freigabe Anästhesie

<b>A7</b>	<p>► <b>Freigabe Anästhesie</b></p> <p>Def.: Der Anästhesist gibt den Patienten für operative Maßnahmen frei. Diese operativen Maßnahmen (z.B. die Lagerung von Extremitäten, Clippen von Hautbehaarung, Entfernung eines Gipses, Vorreinigung von kontaminierten Wunden vor Betreten des Saales etc.) können parallel zu abschließenden anästhesiologischen Leistungen (Anlage weiterer Venenverweilkanülen, Magensonde, Annahrt des zentralen Venenkatheters) erfolgen.</p> <p>Bem.: Dieser Zeitpunkt ist relevant für die Kennzahl „Perioperative Zeit“ (K10). Eine Routedokumentation ist erforderlich.</p>
-----------	---

Abbildung 2.4: Zeitpunkte Anästhesie 3 [Bauer, 2016]

- BG\_OP\_A = Beginn chirurgischer Maßnahmen/ OP-Beginn

<b>O4a</b>	<p>► <b>Beginn Maßnahmen Operateur am Patienten</b></p> <p>Def.: Beginn der Maßnahmen durch einen Arzt der eingriffsdurchführenden Abteilung, z.B.: ärztliche Lagerung, Abwaschen durch den Operateur, Einspannen der Mayfieldklemme, Einbringen von Navigationspins, radiologische Voruntersuchung zur OP, manuelle Narkoseuntersuchung vor operativen Eingriffen, starre Bronchoskopie vor thorakoskopischen Lungeneingriffen, geschlossene Reposition einer Fraktur/Luxation. Synonym: Beginn chirurgischer Maßnahmen, OP-Beginn.</p>
------------	--

Abbildung 2.5: Zeitpunkte Operation 1 [Bauer, 2016]

- OP\_BG\_A = Schnitt

<b>O8</b>	<p>► <b>Schnitt</b></p> <p>Def.: Anlegen des Hautschnittes nach Hinzutreten des Operateurs an das Operationsfeld.</p> <p>Bem.: Dieser Zeitpunkt findet sich in den Kodierrichtlinien des G-DRG-Systems aufgeführt.</p> <p>Dieser Zeitpunkt ist relevant für die Kennzahl Schnitt-Naht-Zeit (K8) und daher für die Routedokumentation unabdingbar.</p> <p>Bei Eingriffen ohne Hautschnitt (z.B. isolierte geschlossene Reposition) gilt der Beginn der operativen Manipulation (O4a) als Schnitt.</p> <p>Bei interventionellen Prozeduren (z.B. kardiovaskuläre Diagnostik, neuroradiologisches Coiling) wird die Anlage des perkutanen Gefäßzugangs als Schnitt gewertet.</p> <p>Bei reinen Transportleistungen (z.B. CT-Transport eines Intensivpatienten) oder sonstigen Fällen ohne Schnitt (Schockraumbetreuung) sollte die Dokumentation von Schnitt-Zeiten unterbleiben. In diesen Fällen sind Beginn Anästhesie (A6) und Ende Anästhesie (A9) respektive Beginn Präsenz Anästhesiologie-Arzt (A5) und Ende Präsenz Anästhesiologie-Arzt (A12) zwingend zu dokumentieren.</p> <p>Bei Simultaneingriffen mit unterschiedlichen OPS-Kodes sollte die mehrfache Dokumentation des Zeitpunktes Schnitt erfolgen.</p>
-----------	--

Abbildung 2.6: Zeitpunkte Operation 2 [Bauer, 2016]

- OP\_EN\_A = Naht

<b>O10</b>	<p>► <b>Naht</b></p> <p>Def.: Ende der letzten Hautnaht.</p> <p>Bem.: Dieser Zeitpunkt ist relevant für die Kennzahl Schnitt-Naht-Zeit (K8) und daher für die Routedokumentation unabdingbar.</p> <p>Bei Eingriffen ohne Hautschnitt und bei interventionellen Prozeduren (z.B. kardiovaskuläre Diagnostik, neuroradiologisches Coiling) wird das Ende der operativen Manipulation als Naht gewertet.</p> <p>Bei Simultaneingriffen mit unterschiedlichen OPS-Kodes sollte die mehrfache Dokumentation des Zeitpunktes Naht erfolgen.</p>
------------	---

Abbildung 2.7: Zeitpunkte Operation 3 [Bauer, 2016]

- EN\_OP\_A = Ende chirurgischer Maßnahmen/ OP-Ende

<b>O11</b>	<p>► <b>Ende nachbereitender operativer Maßnahmen</b></p> <p>Def.: Abschluss aller der Operation zugeordneten operativen Maßnahmen am Patienten (Verband, Gips).</p> <p>Bem.: Dieser Zeitpunkt ist relevant für die Kennzahl Perioperative Zeit (K10). Eine Routedokumentation ist unabdingbar. Synonym: Ende chirurgischer Maßnahmen, OP-Ende.</p>
------------	---

Abbildung 2.8: Zeitpunkte Operation 4 [Bauer, 2016]

- AN\_EN\_A = Ende Anästhesie

<b>A9</b>	<p>► <b>Ende Anästhesie</b></p> <p>Def.: Ende der Patienten-Überwachung im OP-Saal bzw. Ausleitungsraum. Bei Patienten, die in reiner Regionalanästhesie betreut wurden, ist dieser Zeitpunkt identisch mit O10 Ende operative Maßnahmen. Bei Patienten, die am Ende der OP beatmet verlegt werden, ist dies der Zeitpunkt der Übergabe des intubierten Patienten an die nachsorgende Einheit.</p> <p>Bem.: Dieser Zeitpunkt ist relevant für die Kennzahl „Reine Anästhesiezeit“ (RAnZ, K13). Eine Routedokumentation ist erforderlich.</p>
-----------	--

Abbildung 2.9: Zeitpunkte Anästhesie 4 [Bauer, 2016]

- AN\_PR\_EN\_A = Ende Anästhesiearzt-Präsenz  
(In den erhobenen Daten als AN\_Abgabe\_A bezeichnet und der Zeit AWR\_BG\_A gleich.)

<b>A12</b>	<p>► <b>Ende Präsenz Anästhesiologie-Arzt</b></p> <p>Def.: Ende der Übergabe des Patienten an ärztliches oder pflegerisches Personal in der nachsorgenden Einheit (Aufwachraum, IMC, Intensivstation).</p> <p>Bem.: Bei Übergabe eines beatmeten Patienten kann dieser Zeitpunkt mit Ende Anästhesie (A9) identisch sein. Dieser Zeitpunkt ist für die Kennzahlen „Anästhesie Präsenz-Zeit Arzt“ (K12) und Anästhesiologiezeit (K14) relevant und entsprechend zu dokumentieren.</p>
------------	--

Abbildung 2.10: Zeitpunkte Anästhesie 5 [Bauer, 2016]

- AWR\_BG\_A = Beginn Aufwachraum

<b>P8c</b>	<p>► <b>Beginn nachsorgende Einheit</b></p> <p>Def.: Eintreffen des Patienten in der nachsorgenden Einheit.</p> <p>Bem.: Sofern die postoperative Nachsorge im Aufwachraum erfolgt, ist dieser Zeitpunkt für die Kennzahlen Anästhesiologiezeit (K14) und Aufwachraumdauer (K33) relevant. Eine Routedokumentation ist erforderlich.</p> <p>Der Zeitpunkt sollte in der Regel vor oder zeitgleich mit Ende Präsenz Anästhesiologie-Arzt (A12) liegen, da im Sinne der Patientensicherheit in der Regel eine ärztliche Übergabezeit notwendig sein wird.</p>
------------	---

Abbildung 2.11: Zeitpunkte Patientenlogistik 1 [Bauer, 2016]

- AWR\_EN\_A = Ende Aufwachraum

<b>P8e</b>	<p>► <b>Ende nachsorgende Einheit</b></p> <p>Def.: Abholung des Patienten aus der nachsorgenden Einheit durch transportierendes Personal.</p> <p>Bem.: Sofern die postoperative Nachsorge im Aufwachraum erfolgt, ist dieser Zeitpunkt für die Kennzahl Anästhesiologiezeit (K14) durch Berücksichtigung in der Rüstzeit und Aufwachraumdauer (K33) relevant. Eine Routedokumentation wird empfohlen.</p>
------------	---

Abbildung 2.12: Zeitpunkte Patientenlogistik 2 [Bauer, 2016]

### 2.3.2 Ermittlung der Prozesszeiten

Für die Erhebung der Prozesszeiten wurde die ermittelte Patientenliste in eine Access-Tabelle (Microsoft Access® 2010, Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) überführt. In einer COPRA-Datenbankabfrage (COPRA, COPRA System GmbH, Berlin, Deutschland) mit dem o.g. Softwareprogramm Microsoft Access® wurden die in 2.3.1 definierten Prozesszeiten der Operationen der ermittelten Patienten gewonnen. Für die weitere Auswertung der Daten erfolgte die Pseudonymisierung der Patientennamen durch eine chronologische Zuweisung einer Fallnummer.

## 2.4 Erfassung der Kennzahlen im OP-Ablauf

### 2.4.1 Definition der perioperativen Kennzahlen

Auch die Kennzahlen wurden dem Glossar perioperativer Prozesszeiten und Kennzahlen - Version 2016 nach Bauer et al. [2016] entnommen. Neben den definierten Werten erfolgte die Erfassung weiterer Zeiten. Diese erhielten die Bezeichnung „Z“ (für zusätzlich) mit einer laufenden Nummerierung.



- Anästhesie-Einleitungsdauer: Berechnung  $K2 = A7 - A6$  (Freigabe Anästhesie - Beginn Anästhesie)

<b>K2</b>	<b>Anästhesie-Einleitungsdauer</b>
Def.:	Beginn Anästhesie (A6) bis Freigabe Anästhesie (A7).
Bem.:	Diese Kennzahl ist auch Komponente der Kennzahl Anästhesiologischer Vorlauf (K4). Zur Interpretation der Prozesszeit und für Zwecke der Qualitätssicherung in der Anästhesiologie ist es notwendig, die durchgeführten anästhesiologischen Techniken exakt zu dokumentieren. Literatur: [9] Ob die verschiedenen Techniken (3.5 Anästhesieverfahren, 3.6. Luftweg, 3.8 Erweitertes Monitoring) in mehreren Feldern oder als Kombination verschiedener, häufig in Kombination angewandter Techniken abgebildet wird, wird nicht zuletzt von dem zur Verfügung stehenden OP-Informationssystem (OIS) abhängen. Eine Differenzierung der regionalanästhesiologischen Techniken (Kerndatensatz Felder 25 und 26) erscheint sinnvoll. Da heutzutage in einem erheblichen Umfang überlappende Einleitungen durchgeführt werden und in diesem Kontext der Prozessfluss der Anästhesieeinleitung diskontinuierlich gestaltet sein kann (z.B. Anlage PDK zeitlich früher, erst später Komplettierung der Narkoseeinleitung), spiegelt in diesen Fällen die Verwendung von K2 ausschließlich für den letzten Prozess-Schritt der Anästhesie-Einleitung die tatsächlich benötigte Zeitdauer für die Anästhesieeinleitung nicht korrekt wider. Eine Aufsummierung der Teilprozesse bei diskontinuierlicher Anästhesieeinleitung durch Mehrfachangabe von K2 wäre hier zielführend, jedoch technisch mit den verfügbaren OIS überwiegend nicht möglich. Literatur: [10,11]

Abbildung 2.13: Kennzahlen K2 [Bauer, 2016]

- Anästhesiologischer Vorlauf: Berechnung  $K4 = A7 - A5$  (Freigabe Anästhesie - Beginn Anästhesiearzt- Präsenz)

<b>K4</b>	<b>Anästhesiologischer Vorlauf</b>
Def.:	Beginn Präsenz Anästhesiologie-Arzt (A5) bis Freigabe Anästhesie (A7).
Bem.:	Diese Kennzahl ist auch Komponente der Kennzahl Anästhesie kontrollierte Zeit (K 6).

Abbildung 2.14: Kennzahlen K4 [Bauer, 2016]

- Zusätzlicher Parameter 1: Anästhesiearzt-Zwischenzeit: Berechnung:  $Z1 = A6 - A5$  (Beginn Anästhesie - Beginn Anästhesiearzt-Präsenz)
- Zusätzlicher Parameter 2: Operateur-Zwischenzeit: Berechnung:  $Z2 = O4a - A7$  (Beginn chirurgischer Maßnahmen/OP-Beginn - Freigabe Anästhesie)
- Zusätzlicher Parameter 3: Operateur-vorbereitende Zeit: Berechnung:  $Z3 = O8 - O4a$  (Schnitt - Beginn chirurgischer Maßnahmen/OP-Beginn)
- Operativer Vorlauf: Berechnung  $K7 = O8 - A7$  (Schnitt - Freigabe Anästhesie)

<b>K7</b>	<b>Operativer Vorlauf</b>
Def.:	Freigabe Anästhesie (A7) bis Schnitt (O8), bei Eingriffen ohne Anästhesie: Patient im OP-Saal (P5) bis Schnitt (O8)
Bem.:	Diese Kennzahl ist auch Komponente der Kennzahl Perioperative Zeit (K10). Diese Kennzahl kann zu Zwecken der Prozessanalyse unterteilt werden in K7a und K7b (s.u.)

Abbildung 2.15: Kennzahlen K7 [Bauer, 2016]

- Schnitt-Naht-Zeit: Berechnung  $K8 = O10 - O8$  (Naht - Schnitt)

<b>K8</b>	<p>► <b>Schnitt-Naht-Zeit</b></p> <p>Def.: Schnitt (O8) bis Naht (O10).</p> <p>Bem.: Eine Routinedokumentation inklusive der führenden OPS-Ziffer ist notwendig.</p> <p>Diese Kennzahl ist auch Komponente der Kennzahl Perioperative Zeit (K10).</p> <p>Bei operativen Eingriffen an verschiedenen anatomischen Lokalisationen oder von verschiedenen OP-Teams kann die Dokumentation mehrerer Schnitt-Naht-Zeiten sinnvoll sein. Solche Mehrkomponenten-Eingriffe müssen gesondert gekennzeichnet werden.</p>
-----------	---

Abbildung 2.16: Kennzahlen K8 [Bauer, 2016]

- Operativer Nachlauf: Berechnung  $K9 = O11 - O10$  (OP-Ende - Naht)

<b>K9</b>	<p>► <b>Operativer Nachlauf</b></p> <p>Def.: Naht (O10) bis Ende nachbereitender operativer Maßnahmen (O11).</p> <p>Bem.: Diese Kennzahl ist auch Komponente der Kennzahl Perioperative Zeit (K10).</p>
-----------	---

Abbildung 2.17: Kennzahlen K9 [Bauer, 2016]

- Anästhesie Ausleitungsdauer: Berechnung  $K3 = A9 - O11$  (Ende Anästhesie - OP-Ende)

<b>K3</b>	<p><b>Anästhesie Ausleitungsdauer</b></p> <p>Def.: Ende nachbereitender operativer Maßnahmen (O11) bis Ende Anästhesie (A9).</p> <p>Bem.: Dieses Zeitintervall ist Komponente der Kennzahl Anästhesiologischer Nachlauf (K5). Sollte A9 zeitlich vor O11 liegen, ist aus Prozesssicht der Wert 0 für K3 zu dokumentieren, da negative Zeiten die Mittelwertbestimmung verändern würden, ohne dass tatsächliche Zeiteinsparungen mit diesen negativen Zeitwerten einhergehen.</p>
-----------	--

Abbildung 2.18: Kennzahlen K3 [Bauer, 2016]

- Zusätzlicher Parameter 4: Zwischenweg zur nachsorgenden Einheit: Berechnung:  $Z4 = A12 - A9$  (Ende Anästhesiearzt-Präsenz - Ende Anästhesie)
- Anästhesiologischer Nachlauf: Berechnung  $K5 = A12 - O11$  (Ende Anästhesiearzt-Präsenz - OP-Ende)

<b>K5</b>	<p><b>Anästhesiologischer Nachlauf</b></p> <p>Def.: Ende nachbereitender operativer Maßnahmen (O11) bis Ende Präsenz Anästhesiologie-Arzt (A12).</p> <p>Bem.: Diese Kennzahl ist auch Komponente der Kennzahl Anästhesie kontrollierte Zeit (K6).</p>
-----------	---

Abbildung 2.19: Kennzahlen K5 [Bauer, 2016]

- Anästhesie kontrollierte Zeit: Berechnung  $K6 = K4 + K5$  (Anästhesiologischer Vorlauf + Anästhesiologischer Nachlauf)

<b>K6</b>	<b>Anästhesie kontrollierte Zeit</b>
Def.:	Anästhesiologischer Vorlauf (K4) + Anästhesiologischer Nachlauf (K5).
Bem.:	Diese Kennzahl ist beeinflusst von Anästhesie und Infrastruktur, jedoch frei von operativ verantworteten Prozesszeiten. Literatur: [12-15]

Abbildung 2.20: Kennzahlen K6 [Bauer, 2016]

- Perioperative Zeit: Berechnung  $K10 = O11 - A7$  (OP-Ende - Freigabe Anästhesie)

<b>K10</b>	<b>► Perioperative Zeit</b>
Def.:	Freigabe Anästhesie (A7) bis Ende nachbereitender operativer Maßnahmen (O11), bei Eingriffen ohne Anästhesie: Patient im OP-Saal (P5) bis Ende nachbereitender operativer Maßnahmen (O11).
Bem.:	Diese Kennzahl ist abhängig vom anästhesiologischen Prozedere und der Verfügbarkeit der personellen und infrastrukturellen Gegebenheiten (überlappende Prozesse, Zentrale Einleitung etc.). Zur korrekten Berechnung von K10 darf bei überlappender Einleitung A7 nicht vor P10 liegen. Literatur: [12,14,15]

Abbildung 2.21: Kennzahlen K10 [Bauer, 2016]

- Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt: Berechnung  $K12 = A12 - A5$  (Ende Anästhesiologie-Präsenz - Beginn Anästhesiologie-Präsenz)

<b>K12</b>	<b>Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt</b>
Def.:	Beginn Präsenz Anästhesiologie-Arzt (A5) bis Ende Präsenz Anästhesiologie-Arzt (A12).

Abbildung 2.22: Kennzahlen K12 [Bauer, 2016]

- Reine Anästhesiezeit (RAnZ): Berechnung  $K13 = A9 - A6$  (Ende Anästhesie - Beginn Anästhesie)

<b>K13</b>	<b>► Reine Anästhesiezeit (RAnZ)</b>
Def.:	Beginn Anästhesie (A6) bis Ende Anästhesie (A9).
Bem.:	Eine Routinedokumentation wird empfohlen. Diese Kennzahl kann zur Internen Leistungsverrechnung (ILV) über Anästhesie Minuten verwendet werden. Diese Kennzahl wurde bei den von BDA/DGAI durchgeführten Evaluationen der Anästhesiekosten zugrunde gelegt. Literatur: [16-21]

Abbildung 2.23: Kennzahlen K13 [Bauer, 2016]

- Aufwachraumdauer: Berechnung  $K33 = P8e - P8c$  (Ende Aufwachraum (nachsorgende Einheit) - Beginn Aufwachraum (nachsorgende Einheit))

<b>K33</b>	<b>► Aufwachraumdauer</b>
Def.:	Beginn nachsorgende Einheit (P8c, sofern Aufwachraum) bis Ende nachsorgende Einheit (P8e, sofern Aufwachraum).
Bem.:	Diese Kennzahl ist eine Komponente der Anästhesiologiezeit (K14, Anteil der Rüstzeit) und daher für die Routinedokumentation zu empfehlen.

Abbildung 2.24: Kennzahlen K33 [Bauer, 2016]

### 2.4.2 Ermittlung der Kennzahlen

Anhand der ermittelten Zeitpunkte (angegeben in Uhrzeiten, z.B. 07:30) konnten die in 2.4.1 beschriebenen Kennzahlen berechnet werden. Dies erfolgte mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogrammes Microsoft Excel®. Die Kennzahlen (angegeben in min (Minuten)) ermöglichten den folgenden Vergleich der Operationen.

In Abbildung A.1 im Anhang ist der Prozessablauf im OP mit Prozesszeiten und Kennzahlen übersichtlich dargestellt.

## 2.5 Statistische Auswertung der Daten

Die gewonnenen Daten der Patientenverteilung und die Kennzahlen wurden statistisch ausgewertet. Dafür kamen die Parameter arithmetisches Mittel, Standardabweichung, 25. Perzentile, Median, 75. Perzentile, Minimal- und Maximalwert sowie Spannweite zum Einsatz [Erbrecht et al., 2007]. Zur Berechnung und zum Erstellen von Diagrammen fand zum Einen das Programm Excel Verwendung.

Die weitergehende statistische Analyse erfolgte mit Hilfe des Programmes SPSS® Statistics, Version 20 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA). Alle numerischen Daten wurden mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung geprüft. Es lag keine Normalverteilung vor und daher wurde eine nicht-parametrische statistische Analyse durchgeführt. Für Vergleiche zwischen den Altersgruppen kamen der Kruskal-Wallis-Test mit Dunn's Post-hoc-Test und Bonferroni-Korrektur für numerische Daten oder Pearson's Chi-Quadrat-Test für kategoriale Daten zur Anwendung. Zudem wurde der Mann-Whitney-U-Test für die Gegenüberstellung der numerischen Daten der Patientenpositionen (Rücken- und Bauchlage) eingesetzt. Der Spearman's Rangkorrelationskoeffizient diente der Korrelationsanalyse. Die ermittelten Daten wurden als arithmetisches Mittel und Standardabweichung angegeben. Für den Vergleich wurde statistische Signifikanz bei zweiseitigen p-Werten  $< 0,05$  angenommen.



# Kapitel 3

## Ergebnisse

### 3.1 Ethikantrag

Voraussetzung für die Durchführbarkeit dieser Studie war das positive Ethikvotum. Der gestellte Ethikantrag wurde von der Ethik-Kommission an der Medizinischen Fakultät der Universität Leipzig am 02. September 2013 als ethisch und wissenschaftlich unbedenklich eingestuft (Aktenzeichen: 235-13-26082013).

### 3.2 Ergebnisse der Patientenzusammenstellung

Die Erfassung der Patienten mit HWS-Frakturen aus den OP-Büchern des unfallchirurgischen Operationssaals 10 der Jahre 2003 bis 2013 ergab eine Anzahl von 400 Patienten, welche für eine weiterführende Untersuchung in Frage kamen. Aufgrund fehlender Daten im Dokumentationssystem COPRA und in der Datenbank SAP reduzierte sich die Anzahl der vollständigen Datensätze um 47 auf 353 Patienten. Nach einem Abgleich der Art der Fraktur und operativem Verfahren ergab sich eine weitere Reduktion der Gesamtzahl zu einem finalen Datensatz von 330 Patienten.

Nach dem Kolmogorov-Smirnov-Test waren die vorliegenden Patientendaten nicht normalverteilt, weshalb eine nicht-parametrische statistische Analyse durchgeführt wurde.

### 3.3 Patientenverteilung

In den folgenden Abschnitten erfolgt die Auswertung des Patientenkollektivs hinsichtlich einiger Merkmale (Anzahl der HWS-Operationen pro Jahr in OP-Saal 10, Geschlecht, Alter, BMI, Frakturmechanismus und -lokalisation, OP-Zugang, ASA-Klassifikation, Entlassung).

### 3.3.1 Jahresverteilung

Bei Betrachtung der gewonnenen Daten hinsichtlich ihrer Verteilung auf den Untersuchungszeitraum zeigt sich im Verlauf eine deutliche Zunahme der Operationen im unfallchirurgischen OP-Saal. Ab dem Jahre 2009 ist ein starker Anstieg zu verzeichnen, welcher seinen Gipfel mit 73 HWS-Operationen 2011 findet. Auch die letzten Monate der Analyse bis zum 31.07.2013 unterstreichen nochmals diese Tendenz mit 50 Prozeduren innerhalb von sieben Monaten.

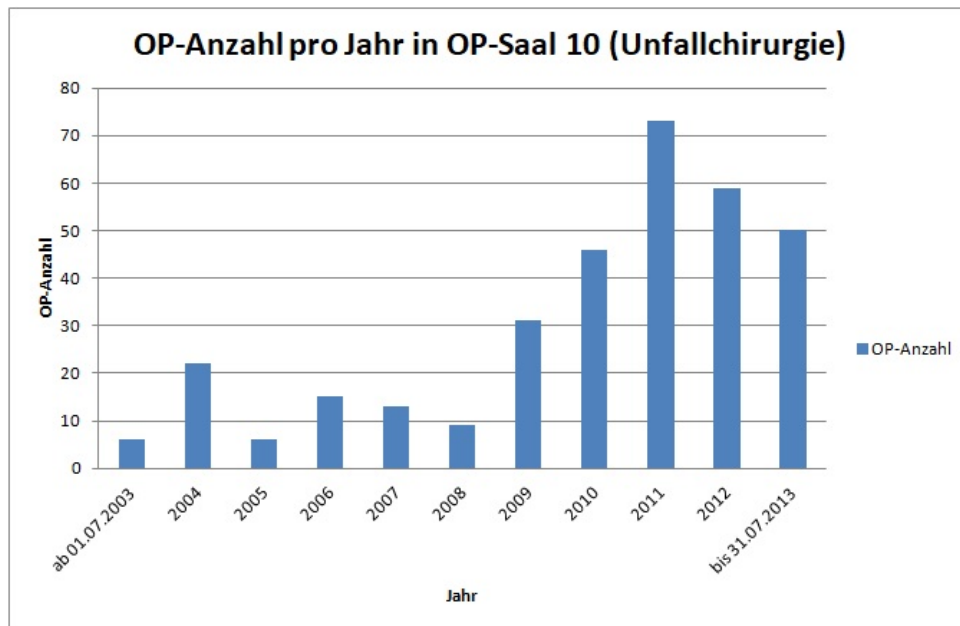


Abbildung 3.1: Verteilung der analysierten Operationen der HWS auf die Untersuchungsjahre

### 3.3.2 Geschlechterverteilung

Im untersuchten Kollektiv fanden sich 202 männliche (Anteil 61,2%) und 128 weibliche Patienten (Anteil 38,8%).

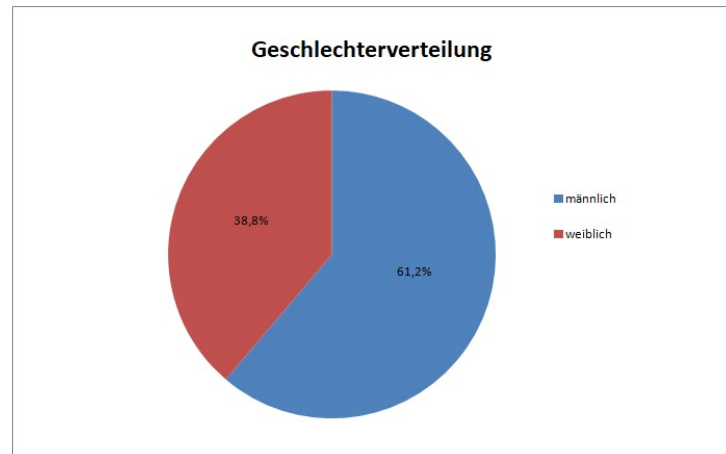


Abbildung 3.2: Verhältnis männlicher zu weiblicher Patienten

### 3.3.3 Altersgruppen

Es erfolgte zudem die Unterteilung in drei Altersgruppen:

- Gruppe 1: Patienten < 60 Jahre mit einem Anteil von 30,9% (102 Patienten)
- Gruppe 2: 60-79 Jahre mit einem Anteil von 37,3% (123 Patienten)
- Gruppe 3:  $\geq$  80 Jahre mit einem Anteil von 31,8% (105 Patienten).

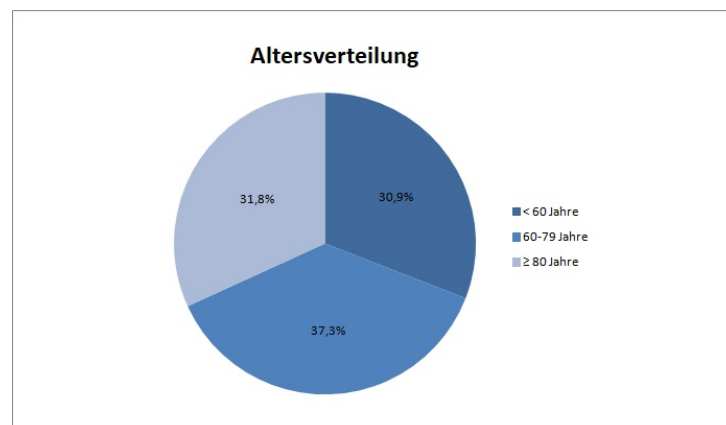


Abbildung 3.3: Verhältnis der drei Altersgruppen

Die gesamte Untersuchungsgruppe wies einen Altersmittelwert von 67 Jahren auf.

Eine Betrachtung der geschlechtsspezifischen Altersverteilung brachte folgende Ergebnisse:

Altersgruppe	weiblich	128	Anteil in %
Gruppe 1	< 60 Jahre	18	14,1
Gruppe 2	60-79 Jahre	44	34,4
Gruppe 3	$\geq 80$ Jahre	66	51,6
Altersgruppe	männlich	202	Anteil in %
Gruppe 1	< 60 Jahre	85	42,1
Gruppe 2	60-79 Jahre	79	39,1
Gruppe 3	$\geq 80$ Jahre	38	18,8

Tabelle 3.1: Altersgruppenverteilung bei männlichen und weiblichen Patienten

In den Gruppen 1 und 2 fanden sich hauptsächlich männliche Patienten ( $p < 0,001$ ). Dahingegen waren die über 80-Jährigen zum überwiegenden Anteil Frauen ( $p < 0,001$ ). Es ergab sich bei den Patientinnen ein Anteil von 51,6% im Alter von  $\geq 80$  Jahren. Bei den Männern lag das Maximum bei den Operierten unter 60 Jahren mit 42,1%.

	Group 1 $\leq 59$ years (n=102)	Group 2 60-79 years (n=123)	Group 3 $\geq 80$ years (n=105)
age (y)	$43.4 \pm 12.4$	$70.2 \pm 5.5^{**}$	$86.1 \pm 4.0^{**.\$}$
female	17 (16,7%)	44 (35,8%) <sup>**</sup>	67 (63,8%) <sup>**.\\$</sup>
odontoid fractures (n)	37 (36,3%)	78 (63,4%) <sup>**</sup>	100 (95,2%) <sup>**.\\$</sup>
supine (n)	69 (67,6%)	91 (74,0%)	91 (86,7%) <sup>**</sup>
prone (n)	33 (32,4%)	32 (26,0%)	14 (13,3%) <sup>**.\\$</sup>

<sup>\*\*</sup>  $p < 0,001$  vs. group 1; <sup>\\$</sup>  $p < 0,001$  vs. group 2; <sup>\\$</sup>  $p < 0,05$  vs. group 2

Abbildung 3.4: Verteilung der Patienten in Hinblick auf Alter, Geschlecht, Zugangsweg/Lagerung und Frakturlokalisierung. Die Daten sind als arithmetisches Mittel und Standardabweichung angegeben. Alle kategorialen Variablen wurden mit Pearson's Chi-Quadrat-Test und Bonferroni-Korrektur auf statistisch signifikante Unterschiede geprüft. Die p-Werte für das Alter beziehen sich auf den Kruskal-Wallis-Test mit Dunn's Post-hoc-Test und Bonferroni-Korrektur. age = Alter, female = weiblich, odontoid fractures = Dens axis-Frakturen Anderson Typ II, supine = Rückenlage, prone = Bauchlage. [Schnoor, 2018]

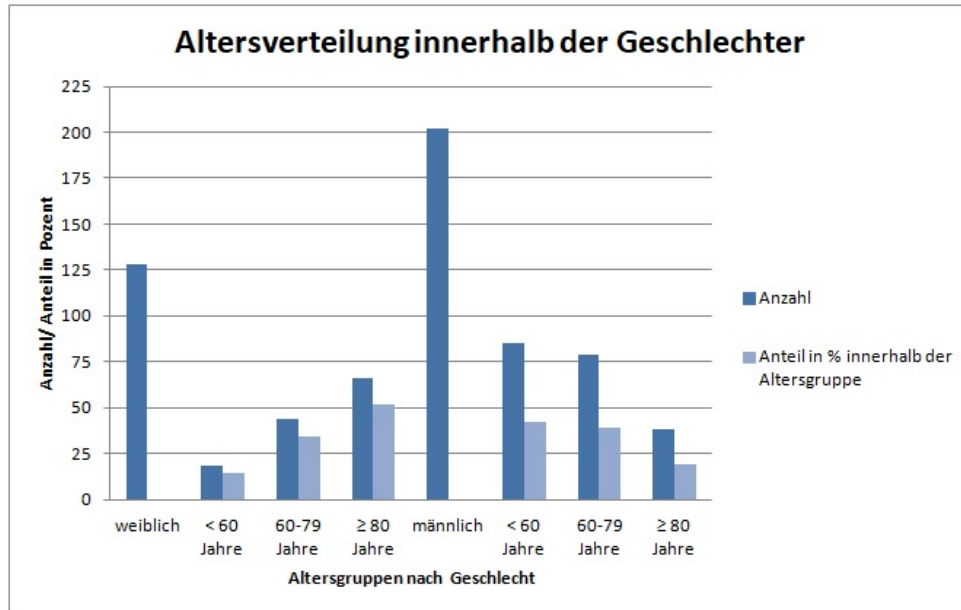


Abbildung 3.5: Darstellung der Altersgruppenverteilung bei männlichen und weiblichen Patienten

### 3.3.4 Body-Mass-Index

Zur Bewertung des BMIs innerhalb des Patientenkollektivs standen 264 Datensätze zur Verfügung, wobei aufgrund fehlender Daten zu Größe und Gewicht 66 Patienten entfielen. In der gesamten betrachteten Gruppe waren Normalgewichtige und Übergewichtige gleich häufig vertreten (128 Patienten, 48,5%).

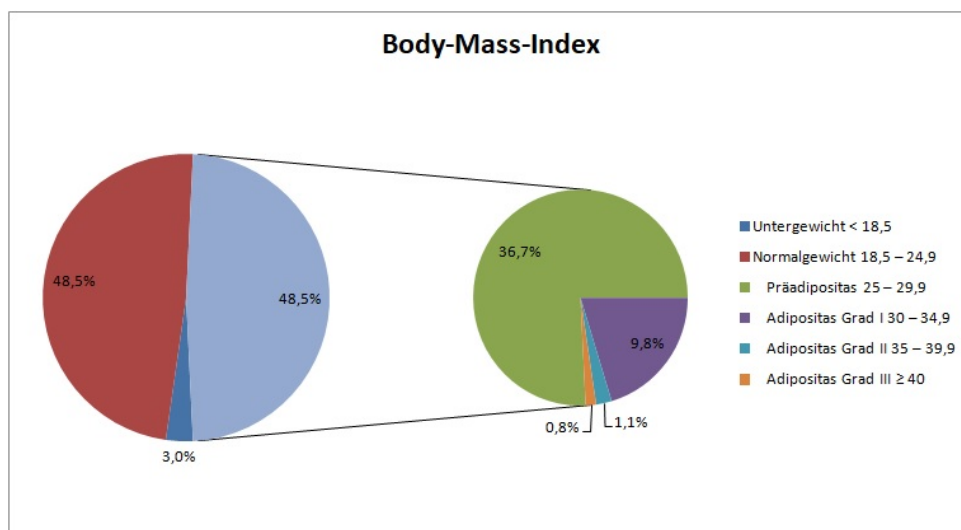


Abbildung 3.6: Verteilung des BMIs im Untersuchungskollektiv, Darstellung von Übergewicht im rechten Kreis in Untergruppen

Innerhalb der Geschlechter ergab sich die in Abbildung 3.7 dargestellte Verteilung. Es lagen annähernd gleiche Anteile in den Gruppen Unter-, Normal- und Übergewicht vor. Bei den Patientinnen errechnete sich ein durchschnittlicher BMI von  $25,2 \text{ kg/m}^2$ . Im Vergleich dazu war dieser Durchschnittswert bei der männlichen Gruppe mit  $25,1 \text{ kg/m}^2$  nur minimal niedriger.

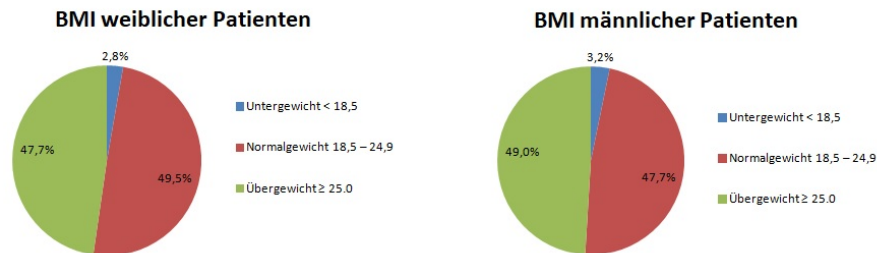


Abbildung 3.7: Verteilung des BMIs innerhalb der weiblichen und männlichen Patientengruppe

### 3.3.5 Frakturmechanismus

Der größte Teil mit 84,8% (279 Patienten) wies als Verletzungsursache ein Trauma auf. Bei 19 der ausgewerteten Daten (5,8%) lag eine atraumatische Genese vor. Bei 31 Fällen erfolgte die Operation als Zweiteingriff (sog. Re-Eingriff, Wiedereingriff) mit beispielsweise zusätzlichen Stabilisierungsmaßnahmen.

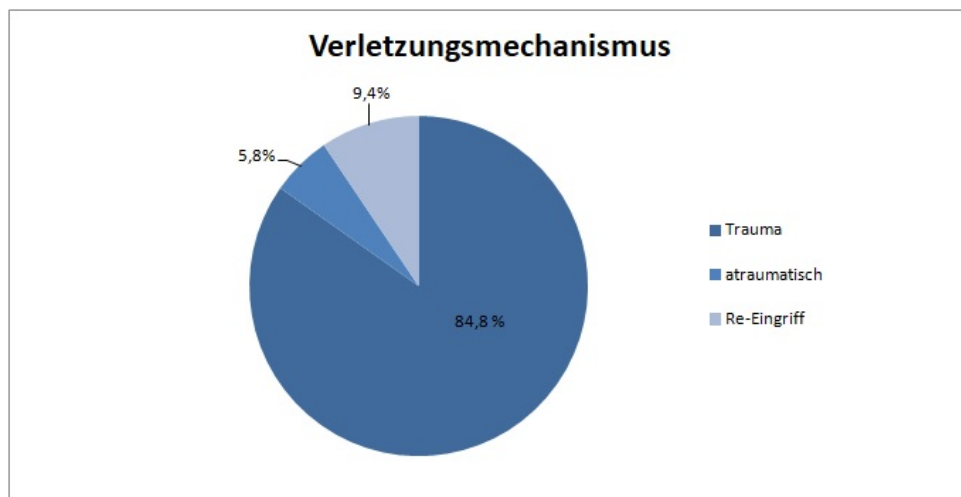


Abbildung 3.8: Vergleich des Anteils von traumatischen und atraumatischen Frakturen sowie Zweit-/Re-Eingriffen

In der untersuchten Gruppe fanden sich 25 Patienten mit Polytraumen (7,6%, davon 4 Re-Operationen).

<b>Polytrauma</b>	Gesamtanzahl 25	Anteil
männlich	23	92%
weiblich	2	8%
<b>Altersgruppen</b>		
< 60 Jahre	21	84%
60-79 Jahre	4	16%
≥ 80 Jahre	0	0

Tabelle 3.2: Polytrauma

Mit 92 % stellten die männlichen Patienten den Hauptanteil der Operationen bei Polytraumen dar. Ebenso zeigte die Altersverteilung einen deutlichen Schwerpunkt im Bereich der unter 60-Jährigen mit 84%. Das durchschnittliche Alter lag bei dieser Untergruppe bei 44 Jahren.

### 3.3.6 Frakturlokalisierung

Ein weiterer Untersuchungsaspekt war die Lokalisation der HWS-Fraktur, wobei die Einteilung in Dens axis- und andere Verletzungen erfolgte. Mit einer Anzahl von 215 (65,2%) zu 115 (34,8%) im gesamten Untersuchungskollektiv waren die Dens-Frakturen sehr häufig zu finden.

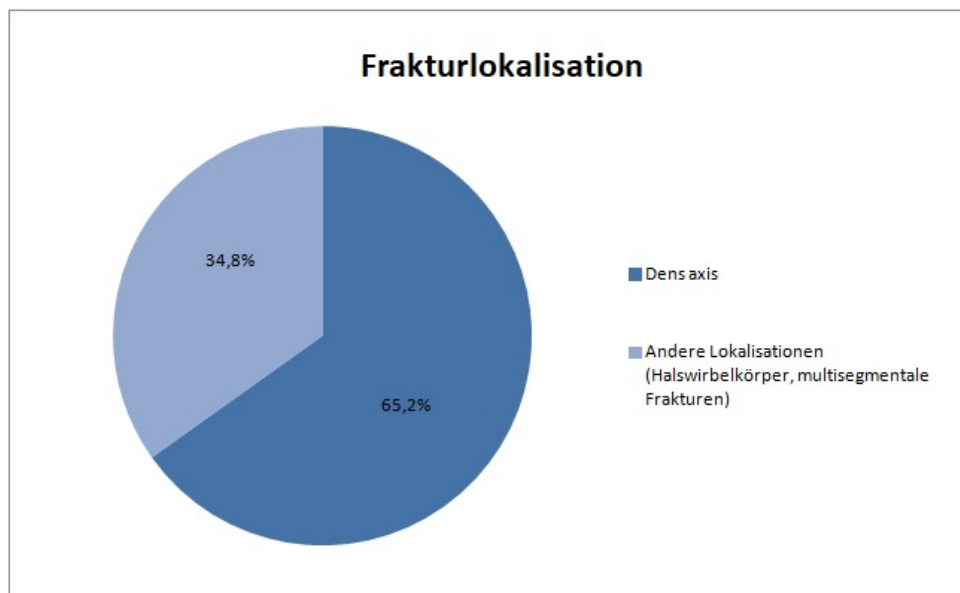


Abbildung 3.9: Vergleich von Dens axis-Frakturen und anderen HWS-Verletzungen

Bei der Analyse der Verletzungslokalisierung unterteilt in drei Altersgruppen ergab sich eine deutliche Zunahme der Frakturen des Dens axis hin zur Altergruppe 3 ( $p < 0,001$ ). In Gruppe 1 (< 60 Jahre) fanden sich bei 37 Patienten (36,3%) Frakturen des Dens axis. In Altersgruppe 2 und 3 waren es hingegen 78 (63,4%) und 100 (95,2%) (S. auch Tab.3.4).

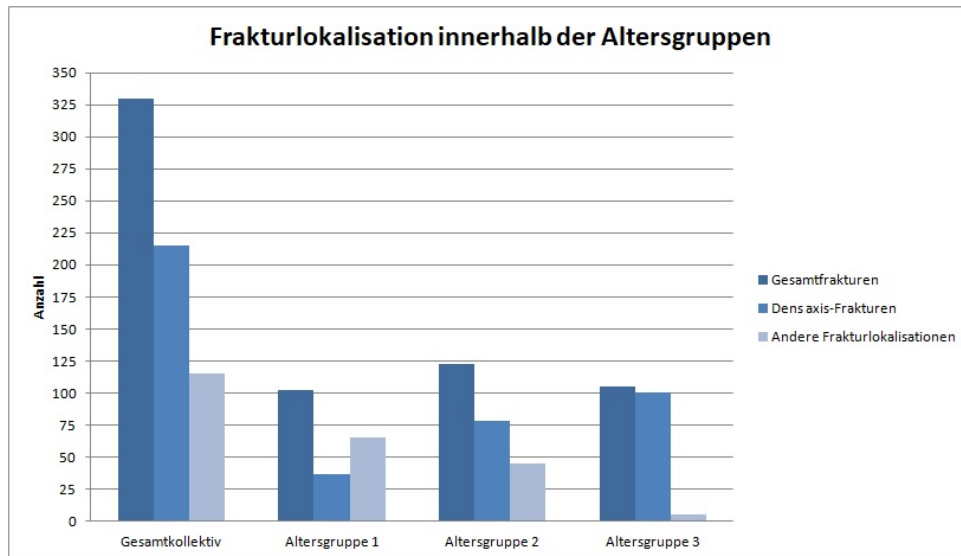


Abbildung 3.10: Vergleich von Dens axis-Frakturen und anderen HWS-Verletzungen innerhalb der drei Altersgruppen

### 3.3.7 Operativer Zugangsweg

In die Datenanalyse fielen Patienten mit zwei möglichen operativen Zugangswegen zur Halswirbelsäule. Häufiger zeigte sich das ventrale Verfahren (Lagerung: Rückenlage) mit 76,1% (Anzahl 251) gegenüber dem dorsalen Zugang (Lagerung: Bauchlage) mit 23,9% (79), ( $p = 0,005$ ).

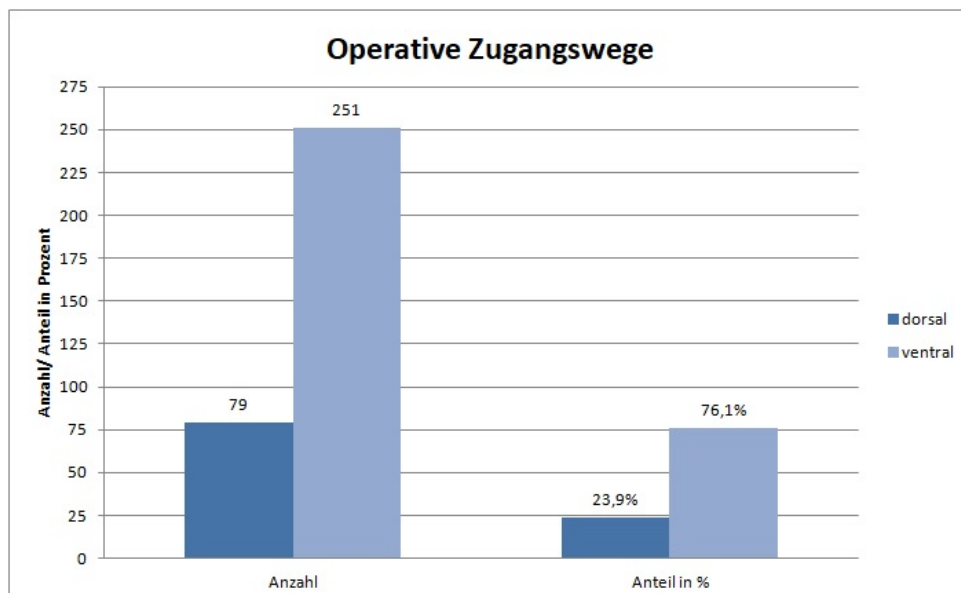


Abbildung 3.11: Vergleich des Anteils von dorsalem und ventralem operativen Zugangsweg

Mit zunehmendem Patientenalter stieg der Anteil der ventralen Verfahren in Rückenlage an, was sich beim Vergleich von Altersgruppe 1 mit 3 mit  $p = 0,001$  zeigte (S. Tab.3.4).



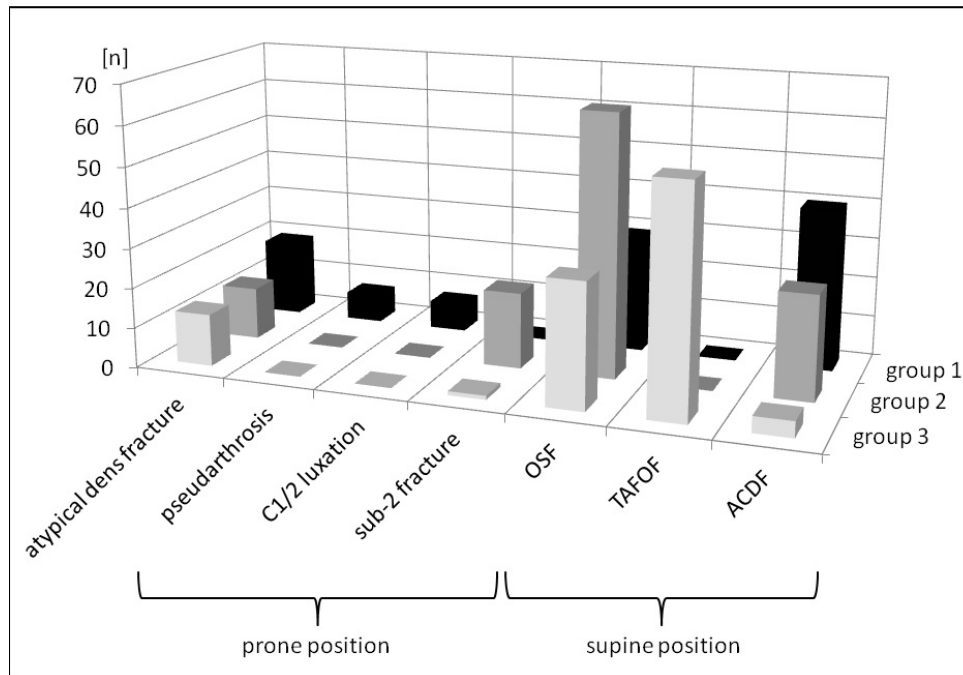


Abbildung 3.12: Darstellung der operativen Zugangswege innerhalb der Altersgruppen 1-3 in Zusammenhang mit dem Verletzungsmuster. OSF= anterior odontoid screw fixation, ventrale Verschraubung; TAFOF= anterior transarticular atlantoaxial fixation and odontoid fusion, ventrale transartikuläre atlanoaxiale Fixation und Densfusion; ACDF= anterior cervical decompression and fusion, anteriore zervikale Dekompression und Fusion. [Schnoor, 2018]

### 3.3.8 ASA-Klassifikation

Den größten Anteil bildeten Patienten der ASA-Klasse III mit 141 Patienten (50,72%). In ASA-Klasse II fand sich mit 37,41% (104) noch ein Großteil der Operierten, sodass sich diese beiden Gruppen deutlich von den anderen abheben.

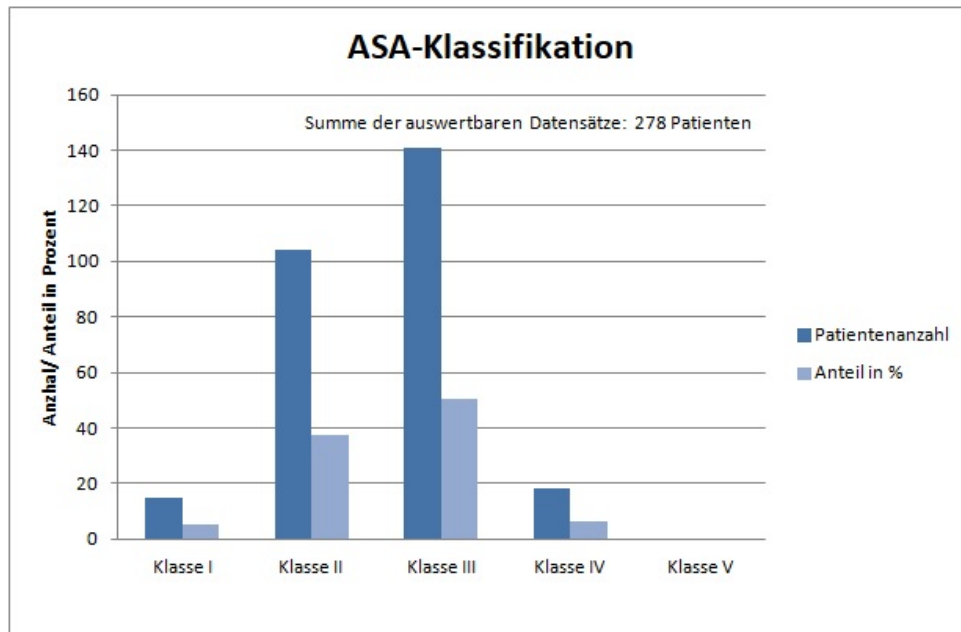


Abbildung 3.13: Verteilung in die ASA-Klassen I bis V

### 3.3.9 Entlassung aus der stationären Behandlung

307 Datensätze standen für diese Analyse zur Verfügung, 23 fielen aus der Betrachtung (Fehlende Angabe zur Entlassung: 2 Patienten, mehrere Eingriffe: 21 Patienten).

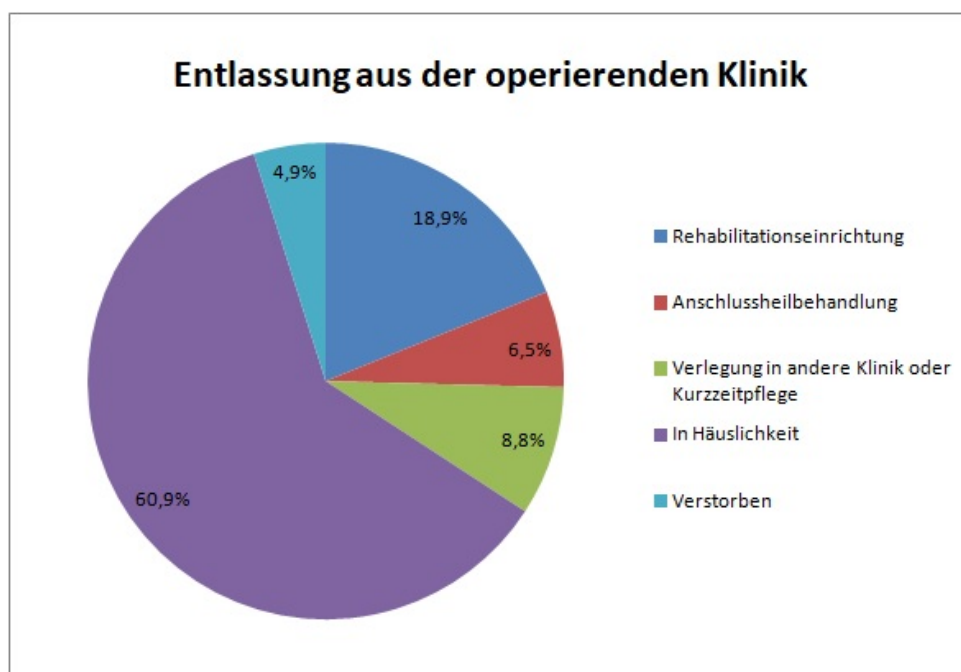


Abbildung 3.14: Entlassung der Patienten aus der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie

Der größte Anteil der Behandelten (60,9%, Anzahl: 187) konnte nach Hause entlassen werden. Mit 25,4% (18,9% Rehabilitationseinrichtung + 6,5% Anschlussheilbehandlung) verließen 78 Patienten die Klinik in Richtung weiterführender Therapiemaßnahmen. Eine Verlegung in eine andere Klinik oder Kurzzeitpflege erfolgte bei 27 Behandelten (8,8%). Während des stationären Aufenthaltes in der Abteilung verstarben 15 Patienten (4,9%).

## 3.4 Perioperative Prozesszeiten

### 3.4.1 Ergebnisse der Ermittlung der Kennzahlen

Die Prozessdaten wurden zur Analyse unterteilt in Zeiten der Anästhesie und chirurgisch bestimmte Kennzahlen.

#### Kennzahlen der Anästhesie

Die zusammengefasste Darstellung der anästhesiologischen Prozesszeiten findet sich in folgender Tabelle (3.3).

	Kennzahl	Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung	25. Perzentile	Median (50.Perzentile)	75. Perzentile	Minimal- wert	Maximal- wert	Spannweite (Max-Min)
Anästhesie-Einleitungsdauer	K2	25	15	16	23	32	0	88	88
Anästhesie Ausleitungsdauer	K3	13	11	6	10	15	0	80	80
Anästhesiologischer Vorlauf	K4	40	19	27	37	50	3	122	119
Anästhesiologischer Nachlauf	K5	31	28	15	23	35	5	216	211
Anästhesie kontrollierte Zeit	K6	71	32	50	65	86	12	228	216
Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt	K12	237	89	172	214	285	73	722	649
Reine Anästhesiezeit (RAnZ)	K13	203	81	144	183	245	56	651	595
Anästhesiearzt- Zwischenzeit	Z1	15	12	6	12	20	0	70	70
Zwischenweg zur nachsorgenden Einheit	Z4	18	26	6	10	20	1	213	212

Tabelle 3.3: Kennzahlen der Anästhesie, Datenanalyse von 330 Patienten, Einheit: Minute (min)

Für die Anästhesie kontrollierte Zeit K6 ergaben sich im Durchschnitt beim untersuchten Kollektiv 71 Minuten mit einer Standardabweichung von  $\pm 32$  min. Betrachtet man die Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt K12, so betrug diese 237 min ( $\pm 89$  min Standardabweichung). Für die reine Anästhesiezeit (RAnZ) K13 lag der Wert bei 203 min ( $\pm 81$  min).

#### Kennzahlen der Operation

Für die operativ und damit chirurgisch determinierten Zeiten ergaben sich die in Tabelle 3.4 zusammengefassten Ergebnisse.

	Kennzahl	Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung	25. Perzentile	Median (50.Perzentile)	75. Perzentile	Minimal- wert	Maximal- wert	Spannweite (Max-Min)
Operativer Vorlauf	K7	50	27	39	46	57	6	299	293
Schnitt-Naht-Zeit	K8	107	67	59	85	137	19	362	343
Operativer Nachlauf	K9	8	5	5	7	10	0	35	35
Perioperative Zeit	K10	165	79	107	142	205	38	609	571
Operateur- Zwischenzeit	Z2	6	6	2	5	9	0	30	30
Operateur- vorbereitende Zeit	Z3	44	27	32	41	50	4	293	289

Tabelle 3.4: Kennzahlen der Chirurgie, Datenanalyse von 330 Patienten, Einheit: Minute (min)

Es zeigte sich eine durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit K8 von 107 Minuten mit  $\pm 67$  min Standardabweichung bei einer perioperativen Zeit K10 von 165 min ( $\pm 79$  min).

### Verhältnis der Kennzahlen

Die Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt (K12) setzte sich zusammen aus Anästhesie-kontrollierter Zeit (anästhesiologischer Vor- und Nachlauf) und Chirurgie-kontrollierter Zeit (perioperative Zeit). Ausgehend vom arithmetischen Mittel der Anästhesie- und Chirurgie-abhängigen Zeiten ergab sich ein Verhältnis von 71 min (30,1% von 236 Gesamtminuten) zu 165 min (69,9%). Die Summe aller Zeiten der untersuchten Operationen ging mit gleichen Anteilen einher (Anästhesie-kontrollierte Zeit: 23517 min, Chirurgie-kontrollierte Zeit: 54560 min).

	Durchschnitt	Angabe in Stunden	Anteil in %	Summen aller Zeiten	Angabe in Stunden	Anteil in %
Chirurgie-kontrollierte Zeit K10 (= Perioperative Zeit)	165 min	2 h 45 min	69,9%	54560 min	909 h 20 min	69,9%
Anästhesie-kontrollierte Zeit K6 (=Anästhesiologischer Vor- und Nachlauf)	71 min	1 h 11 min	30,1%	23517 min	391 h 57 min	30,1%
Gesamtzeit (K6+K10)	236 min	3 h 56 min		78077 min	1301 h 17 min	

Tabelle 3.5: Anästhesie- und Chirurgie-kontrollierte Zeiten, Mittelwerte und Summe der Werte der ermittelten Kennzahlen

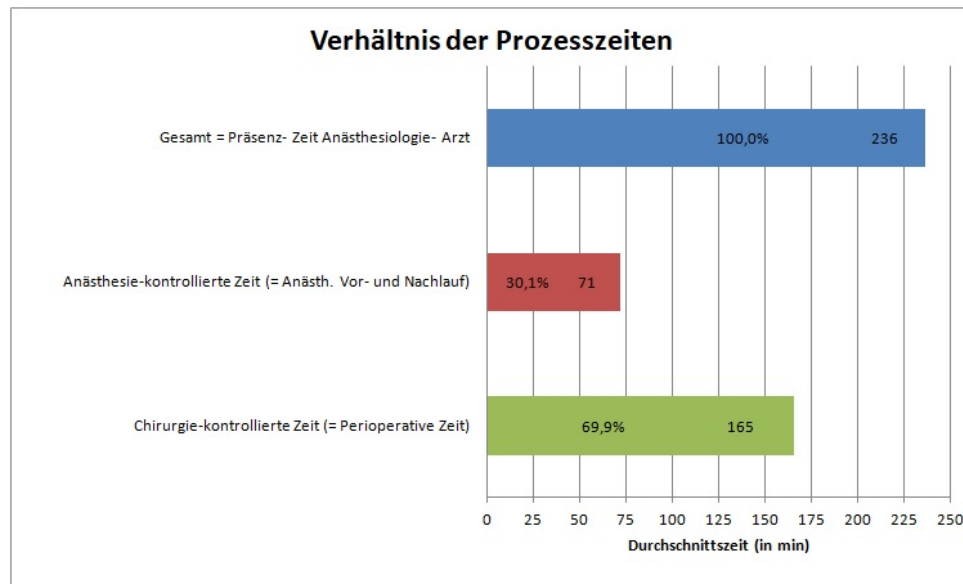


Abbildung 3.15: Verhältnis der durchschnittlichen Prozesszeiten, ausgehend von den Mittelwerten der Chirurgie-kontrollierten Zeit (= perioperative Zeit) und Anästhesie-kontrollierten Zeit (= anästhesiologischer Vorlauf und Nachlauf)

### Aufwachraumdauer

175 Patienten wurden postoperativ im Aufwachraum (AWR) überwacht. Für 155 erfolgte die Betreuung auf der Intensive Care Unit (ICU). Für die Auswertung der Kennzahl Aufwachraumdauer K33 standen 116 Datensätze zur Verfügung, da 59 Prozesszeiten fehlten.

116 Patientendaten	Kennzahl	Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung	25. Perzentile	Median (50.Perzentile)	75. Perzentile	Minimal- wert	Maximal- wert	Spannweite (Max-Min)
Aufwachraumdauer	K33	147	90	105	124	163	26	750	724

Tabelle 3.6: Aufwachraumdauer, Datenanalyse von 116 Patienten, Einheit: Minute (min)

Die durchschnittliche Aufenthaltszeit im AWR betrug 147 Minuten mit einer Standardabweichung  $\pm 90$  min. Im Bereich zwischen 25.Perzentile mit 105 min und 75.Perzentile mit 163 min lagen 50% aller Werte.

### 3.4.2 Vergleich der Kennzahlen innerhalb verschiedener Gruppen

Die weitere Analyse umfasste die Untersuchung der Kennzahlen in Untergruppen innerhalb des Patientenkollektivs. Ausgewählt wurden dafür der operative Zugangsweg (ventral, dorsal), das Geschlecht (weiblich, männlich) und die in Kapitel 2.2.3 der Methodik drei definierten Altersgruppen. Zudem wurden die vorhandenen Kennzahlen zum Vergleich auf ausgewählte Schwerpunkte reduziert.

#### Operativer Zugangsweg

Es erfolgte die Untersuchung der beiden operativen Verfahren (ventraler und dorsaler Zugang) in Bezug auf ausgewählte Kennzahlen. Die dazu erstellten Tabellen B.1 und B.2 finden sich im Anhang. Folgende Tabelle 3.7 stellt die Zeiten der Wege gegenüber.

	Kennzahl	Ventraler Zugang		Dorsaler Zugang	
		Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung	Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung
Anästhesie-Einleitungsdauer	K2	25	14	27	18
Anästhesie-Ausleitungsdauer	K3	13	11	11	9
Anästhesiologischer Vorlauf	K4	40	18	42	20
Anästhesiologischer Nachlauf	K5	29	25	37	34
Anästhesie kontrollierte Zeit	K6	69	31	79	35
Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt	K12	211	70	317	95
Reine Anästhesiezeit (RAnZ)	K13	181	64	275	88
Schnitt-Naht-Zeit	K8	88	52	169	69
Perioperative Zeit	K10	143	61	238	85
Operativer Vorlauf	K7	48	26	58	29
Operativer Nachlauf	K9	7	5	11	6

Tabelle 3.7: Vergleich von ventralem und dorsalem Zugangsweg in Bezug auf Mittelwert und Standardabweichung, ventral: 251 Patienten (Anteil: 76,1 %), dorsal: 79 Patienten (Anteil: 23,9%), Einheit: Minute (min)

Im Hinblick auf Anästhesie-Einleitungs- (K2, ventral - dorsal: 25 min - 27 min) und Ausleitungsdauer (K3, ventral - dorsal: 13 min - 11 min) fanden sich nur geringe Unterschiede bei den Verfahren. Gleiches galt für den Parameter anästhesiologischer Vorlauf. Beim Nachlauf mit ventral 29 min und dorsal 37 min sowie bei der Anästhesie-kontrollierten Zeit mit ventral 69 min und dorsal 79 min lagen leichte Abweichungen. Größere Differenzen zeigten die Kennzahlen Schnitt-Naht-Zeit K8 mit ventral durchschnittlich 88 Minuten und dorsal 169 Minuten (Unterschied von 81 min) sowie die perioperative Zeit K10 (ventral - dorsal: 143 min - 238 min; Differenz 95 min). Mit den verlängerten chirurgischen Zeiten bei dorsalen Eingriffen ergaben sich auch höhere Werte bei der Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt (Differenz 106 min) und der reinen Anästhesiezeit (Differenz 94 min). Der operative Vorlauf zeigte einen durchschnittlichen Unterschied von 10 Minuten zu Gunsten des anterioren Eingriffs (ventral 48 min, dorsal 58 min), der Nachlauf eine geringere Abweichung (ventral 7 min, dorsal 11 min).

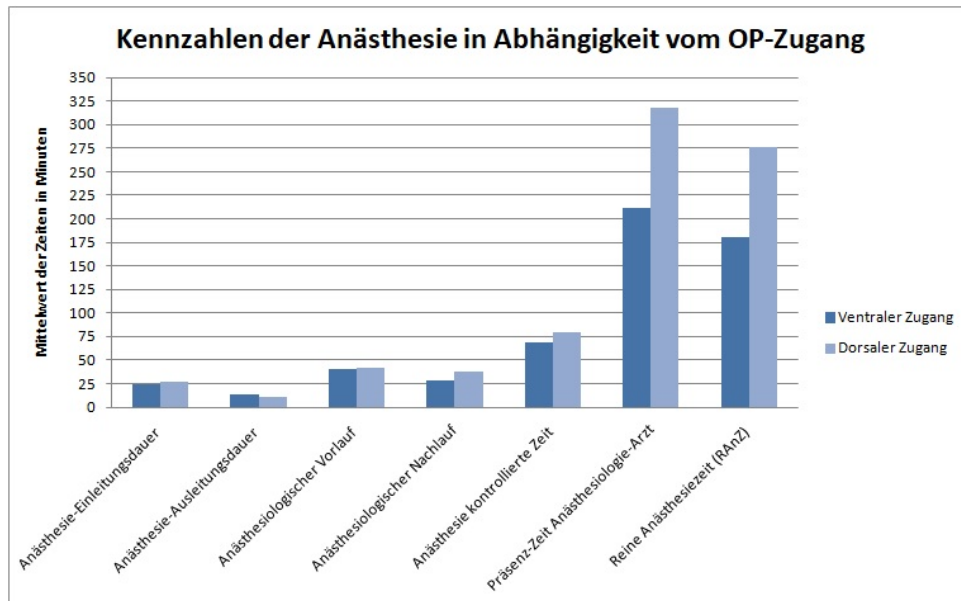


Abbildung 3.16: Vergleich der anästhesiologischen Kennzahlen bei ventralem und dorsalem Zugangsweg

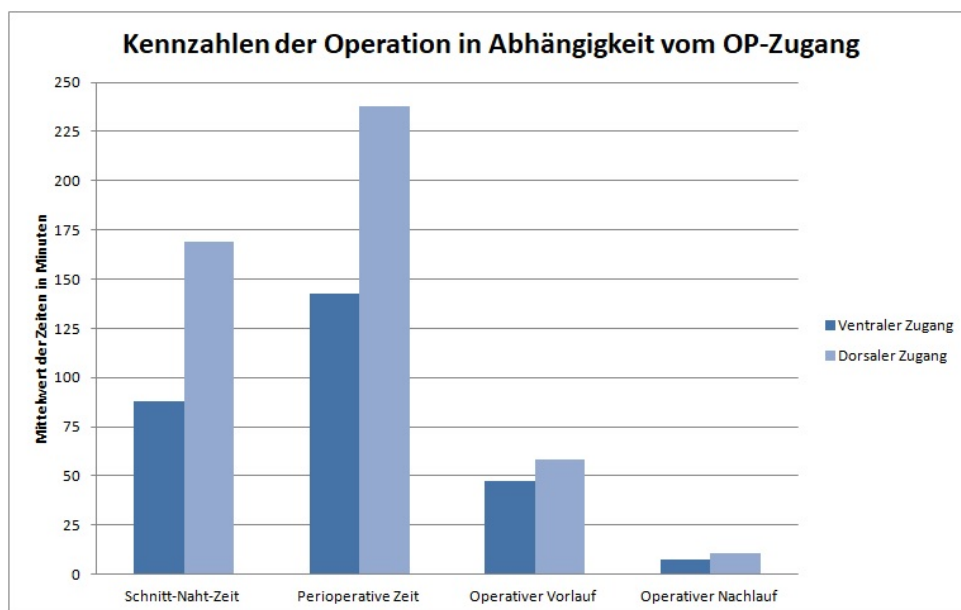


Abbildung 3.17: Vergleich der operativ beeinflussten Kennzahlen bei ventralem und dorsalem Zugangsweg

Die folgenden Boxplots stellen die beiden Zugangswege gegenüber. In der vergleichenden Darstellung der anästhesiologischen Kennzahlen Anästhesie-Einleitungsdauer K2, Anästhesie-Ausleitungsdauer K3, anästhesiologischer Vorlauf K4, anästhesiologischer Nachlauf K5 und Anästhesie-kontrollierte Zeit K6 bestätigte sich, dass es nur kleine Unterschiede in den Zeiten gab.



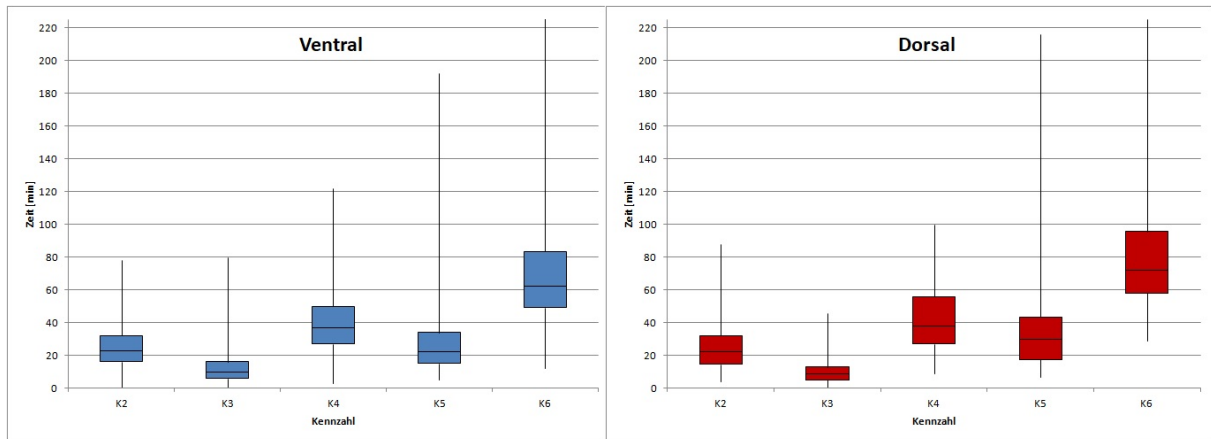


Abbildung 3.18: Vergleich der anästhesiologischen Kennzahlen von ventralem und dorsalem Zugangsweg, Darstellung als Boxplot

Die Kennzahlen der Operation (operativer Vorlauf K7, Schnitt-Naht-Zeit K8, operativer Nachlauf K9) in Abhängigkeit vom OP-Zugang zeigten für K7 und K9 geringe Differenzen. Die deutlich verlängerte Schnitt-Naht-Zeit K8 bei dorsalem Zugangsweg fand sich ebenso in der Boxplot-Darstellung.

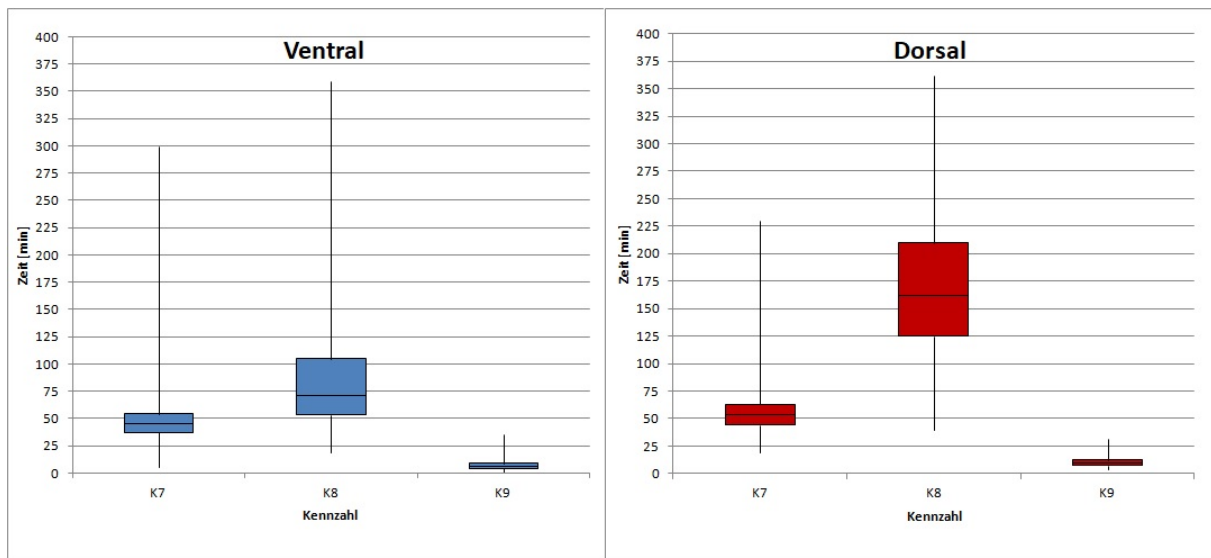


Abbildung 3.19: Vergleich der operativ beeinflussten Kennzahlen von ventralem und dorsalem Zugangsweg, Darstellung als Boxplot

## Geschlecht

Einen weiteren Vergleichsparameter stellte das Geschlecht dar. Die zu den Kennzahlen erfassten differenzierten Daten sind im Anhang in den Tabellen B.3 und B.4 dargestellt.

	Kennzahl	Weibliche Patienten		Männliche Patienten	
		Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung	Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung
Anästhesie-Einleitungsdauer	K2	27	14	24	15
Anästhesie-Ausleitungsdauer	K3	13	11	12	11
Anästhesiologischer Vorlauf	K4	41	17	40	20
Anästhesiologischer Nachlauf	K5	32	28	30	27
Anästhesie kontrollierte Zeit	K6	74	32	70	33
Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt	K12	211	69	253	97
Reine Anästhesiezeit (RAnZ)	K13	178	61	220	88
Schnitt-Naht-Zeit	K8	83	52	122	70
Perioperative Zeit	K10	138	61	183	84

Tabelle 3.8: Vergleich von weiblichen und männlichen Patienten in Bezug auf Mittelwert und Standardabweichung, weibliche Patienten: 128 Patienten (Anteil: 38,8%), männliche Patienten: 202 Patienten (Anteil: 61,2%), Einheit: Minute (min)

Auch bei dieser Einteilungsvariante zeigten die Kennzahlen, welche komplett durch den Fachbereich der Anästhesie beeinflusst waren, keine wesentlichen Unterschiede zwischen den weiblichen und männlichen Patienten. Die Anästhesie-kontrollierte Zeit (K6) betrug im Durchschnitt bei Frauen 74 Minuten ( $s \pm 32$  min) und bei Männern 70 Minuten ( $s \pm 33$  min). Die operativen Zeiten wiesen Unterschiede auf. So fanden sich beim arithmetischen Mittel der Schnitt-Naht-Zeit bei weiblichen Patienten 83 Minuten und männlichen Operierten 122 Minuten mit einer Differenz von 39 min. Die perioperative Zeit ergab 138 Minuten (weiblich) gegenüber 183 Minuten (männlich). Daraus folgend waren auch die Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt und die reine Anästhesiezeit bei den männlichen Patienten etwas verlängert.

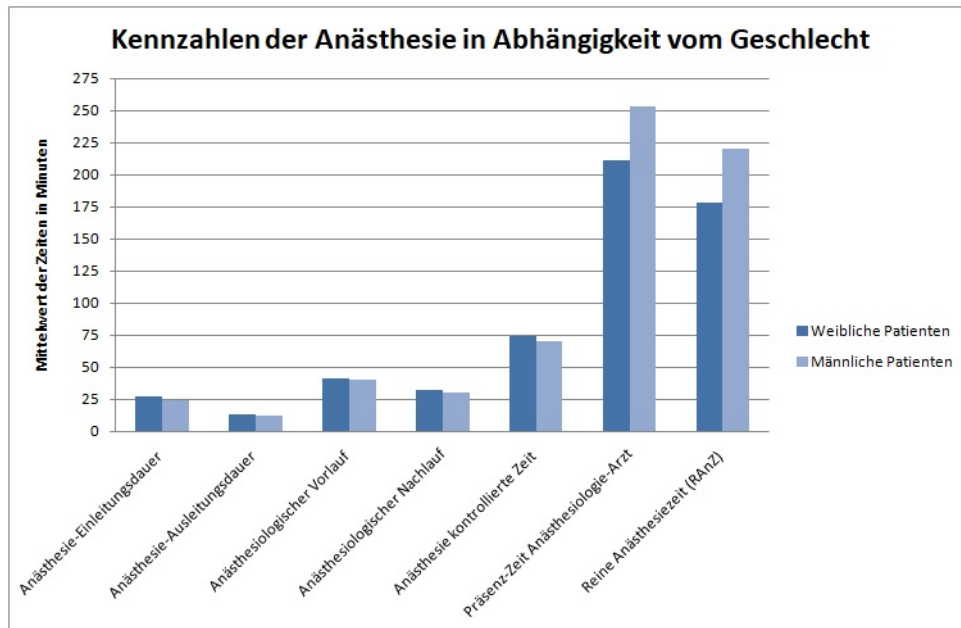


Abbildung 3.20: Vergleich der anästhesiologischen Kennzahlen bei weiblichen und männlichen Patienten

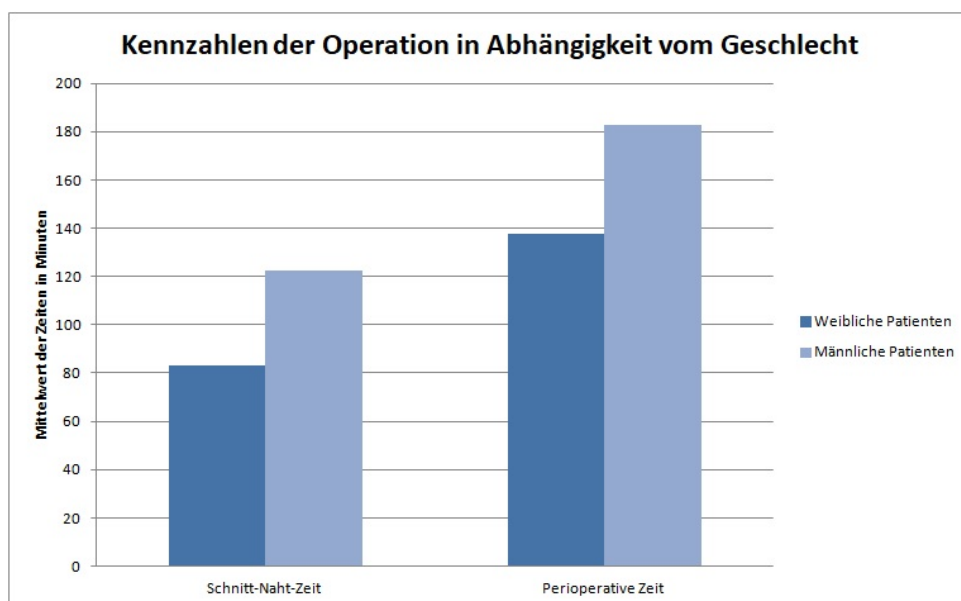


Abbildung 3.21: Vergleich der operativ beeinflussten Kennzahlen bei weiblichen und männlichen Patienten

### Altersgruppen

Die Untersuchung innerhalb drei verschiedener Altersgruppen brachte folgende Ergebnisse und die im Anhang dargestellten Tabellen B.5, B.6, B.7.

	Kennzahl	Gruppe 1: < 60 Jahre		Gruppe 2: 60-79 Jahre		Gruppe 3: ≥ 80 Jahre	
		Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung	Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung	Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung
Anästhesie-Einleitungsdauer	K2	22	14	26	15	28	14
Anästhesie-Ausleitungsdauer	K3	12	10	12	11	14	10
Anästhesiologischer Vorlauf	K4	37	19	42	20	42	16
Anästhesiologischer Nachlauf	K5	33	34	27	18	33	29
Anästhesie kontrollierte Zeit	K6	70	37	70	28	74	32
Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt	K12	263	100	237	89	211	69
Reine Anästhesiezeit (RAnZ)	K13	226	90	205	83	179	61
Schnitt-Naht-Zeit	K8	132	72	108	65	82	53
Perioperative Zeit	K10	193	87	167	78	137	60

Tabelle 3.9: Vergleich von unterschiedlichen Altersgruppen in Bezug auf Mittelwert und Standardabweichung, Gruppe 1 < 60 Jahre: 102 Patienten (Anteil: 30,9%), Gruppe 2 60-79 Jahre: 123 Patienten (Anteil: 37,3%), Gruppe 3 ≥ 80 Jahre: 105 Patienten (Anteil: 31,8%), Einheit: Minute (min)

Es zeigten sich geringe Unterschiede hinsichtlich der anästhesiologisch-determinierten Kennzahlen. Bei der Anästhesie-Einleitungsdauer bildete sich ein leichter Anstieg hin zu den älteren Patienten (22 min, 26 min, 28 min). Minimal war diese Tendenz auch im Bereich der Ausleitungsdauer zu sehen. Entsprechend verhielt sich auch der anästhesiologische Vorlauf mit einem Sprung von den Operierten unter 60 Jahren zu den beiden anderen Gruppen. Die Schnitt-Naht-Zeit sowie die perioperative Zeit und damit die Kennzahlen Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt und reine Anästhesiezeit fielen von Gruppe 1 bis 3 ab. So sank beispielsweise K8 von den Patienten unter 60 Jahren (132 min) über die 60-79-Jährigen (108 min) ab bis zur Gruppe ab 80 Jahren (82 min).

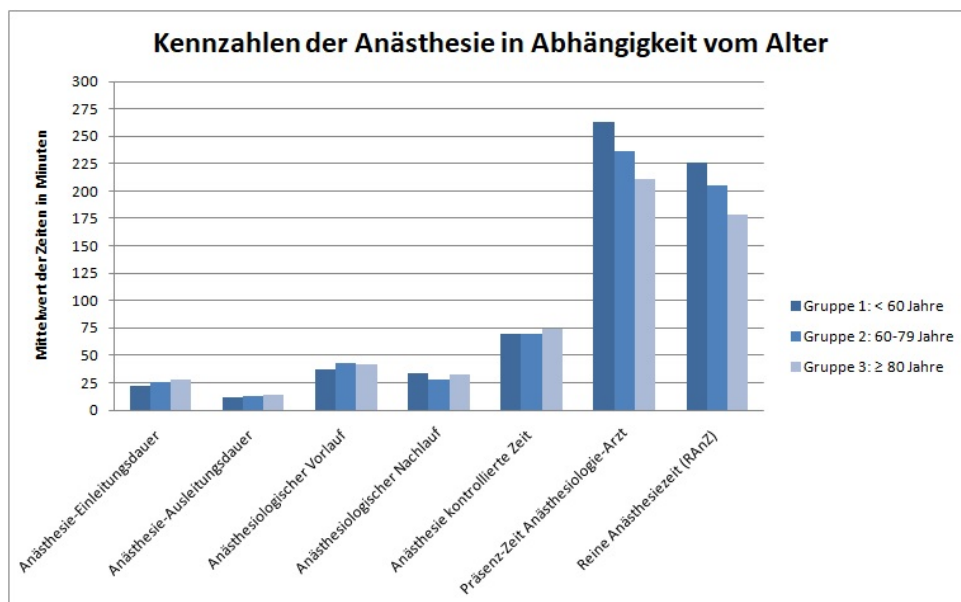


Abbildung 3.22: Vergleich der anästhesiologischen Kennzahlen innerhalb verschiedener Altersgruppen

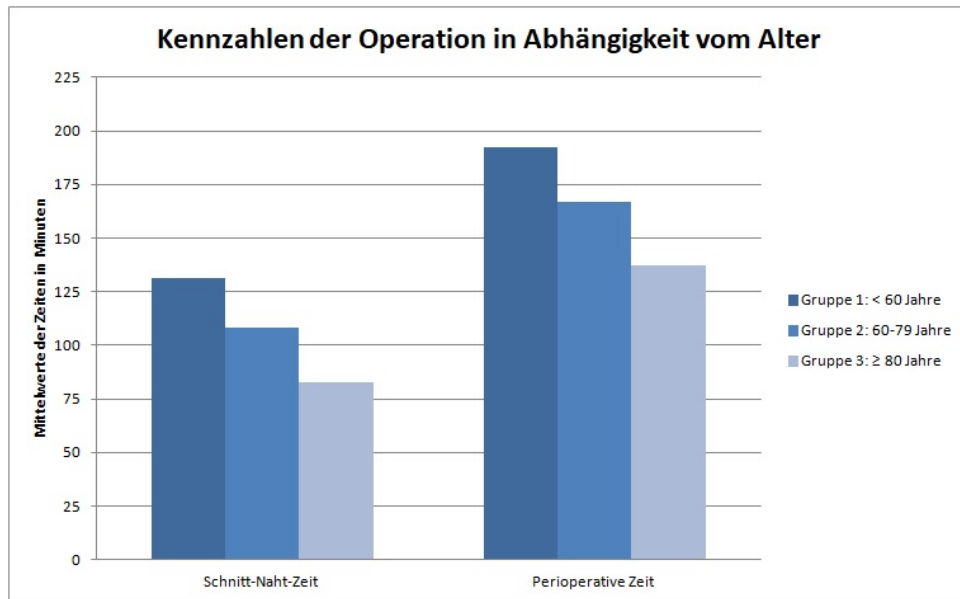


Abbildung 3.23: Vergleich der operativ beeinflussten Kennzahlen innerhalb verschiedener Altersgruppen

Die vergleichende Darstellung in Boxplots bestätigte die ansteigenden Zeiten für die Anästhesie-Einleitungsdauer K2 mit steigendem Alter der Patienten. Die Kennzahlen K3 bis K6 wiesen nur minimale Unterschiede mit leichter Anstiegstendenz zu den älteren Operierten auf.

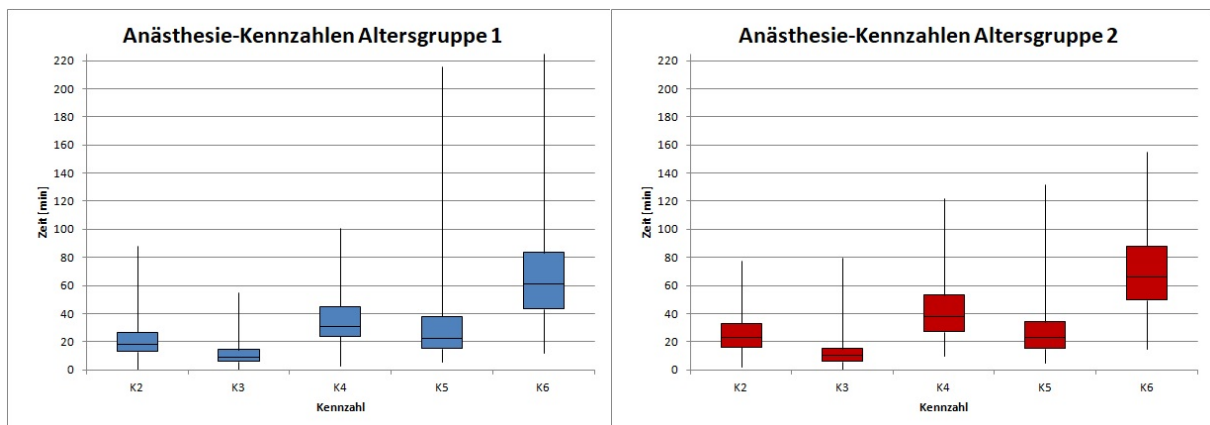


Abbildung 3.24: Anästhesie-Kennzahlen der Altersgruppen 1 (< 60 Jahre) und 2 (60-79 Jahre), Darstellung als Boxplot

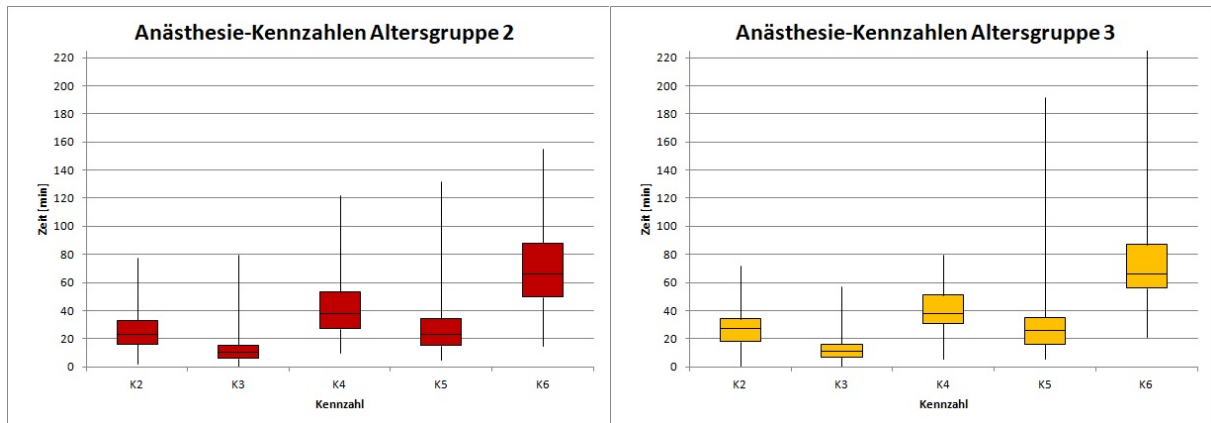


Abbildung 3.25: Anästhesie-Kennzahlen der Altersgruppen 2 (60-79 Jahre) und 3 ( $\geq 80$  Jahre), Darstellung als Boxplot

Die Schnitt-Naht-Zeit (K8) zeigte den bereits beschriebenen deutlichen Abfall von Altersgruppe 1 bis 3.

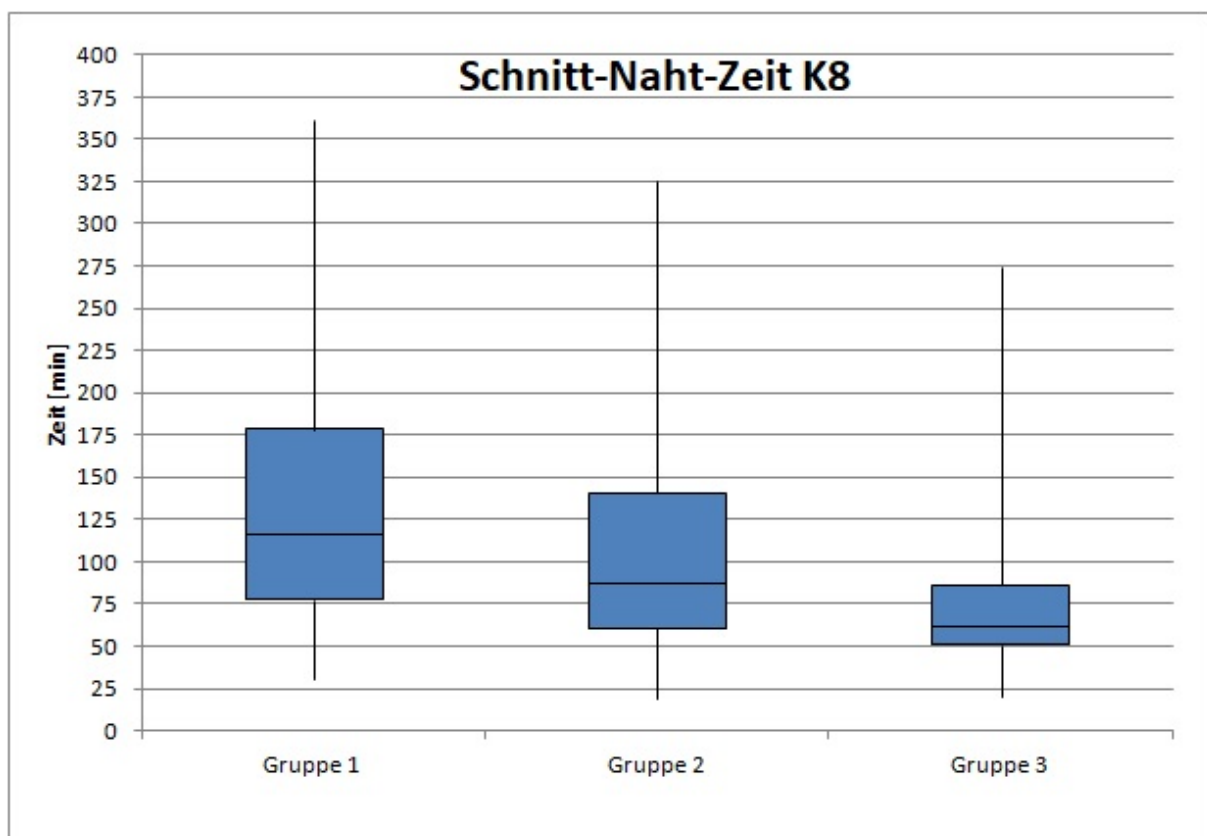


Abbildung 3.26: Vergleich der Schnitt-Naht-Zeit K8 innerhalb der Altersgruppen 1 bis 3, Darstellung als Boxplot

*Untersuchung der beschriebenen altersabhängigen Prozesszeiten auf statistisch signifikante Unterschiede*

Die Untersuchung der beschriebenen Tendenzen der altersabhängigen Prozesszeiten auf statistische Signifikanz ergab nachweisbare Unterschiede für die Anästhesie-Einleitungsdauer K2 (in nachfolgender Tabelle als Delta 2 bezeichnet) und für die Schnitt-Naht-Zeit K8 (Delta 5).

Die Anästhesie-Einleitungsdauer K2 stieg wie beschrieben mit zunehmendem Alter an. Zwischen Gruppe 1 und 2 stieg diese durchschnittlich um 5 Minuten an ( $p = 0,029$ ). Im Vergleich der jungen Patienten in Gruppe 1 mit Gruppe 3 fand sich eine durchschnittliche Zunahme von 7 Minuten ( $p < 0,01$ ). Mitursächlich für diesen altersabhängigen Anstieg der Einleitungszeit war ein höherer Anteil von Patienten, welche eine arterielle Überwachung ( $p < 0,001$ ) und einen zentralvenösen Katheter ( $p < 0,001$ ) erhielten. Der Anteil der fiberoptischen Wachintubation war nicht signifikant unterschiedlich zwischen den Gruppen ( $p = 0,064$ ).

Mit zunehmendem Alter der Operierten zeigte sich eine Abnahme der Schnitt-Naht-Zeit K8. Von Gruppe 1 zu 2 war ein Abfall von durchschnittlich 24 Minuten ( $p = 0,019$ ) und von Gruppe 1 zu 3 von 49 Minuten ( $p < 0,001$ ) zu verzeichnen. Diese Verkürzung wurde von einem höheren Anteil von Frakturen des Dens axis begleitet (Dens axis-Fraktur: Gruppe 1: 36,3%, Gruppe 2: 63,4%, Gruppe 3: 95,2%,  $p < 0,01$ ), welche hauptsächlich in Rückenlage versorgt wurden.

Mit der Alterszunahme der Operierten konnte ein größerer Zeitanteil der Anästhesieeinleitung in Relation zur Operationszeit verzeichnet werden (Verhältnis Einleitungsdauer/Schnitt-Naht-Zeit von Gruppe 1 bis 3: 16%, 24%, 34%). Weiterhin ergab sich für die Kennzahl Z3 (vorbereitende Maßnahmen durch den Operateur am Patienten) im Verhältnis zur Schnitt-Naht-Zeit K8 ein ebenso altersabhängiger Anstieg (35%, 42%, 49%).

	Group 1 ≤ 59 years	Group 2 60-79 years	Group 3 ≥ 80 years
Delta 1	15.3 ± 13.5	16.3 ± 12.8	13.5 ± 9.5
Delta 2	21.6 ± 13.7	26.1 ± 15.4*	28.1 ± 14.3**
Delta 3	6.5 ± 5.6	6.3 ± 6.0	6.3 ± 5.8
Delta 4	46.2 ± 31.0	45.0 ± 31.9	40.2 ± 14.0
Delta 5	131.5 ± 72.3	108.0 ± 64.7*	82.5 ± 53.2** <sup>§</sup>
Delta 6	8.3 ± 5.6	7.6 ± 4.3	8.2 ± 5.7
Delta 7	12.0 ± 10.2	12.5 ± 11.2	13.6 ± 10.1
Delta 8	21.3 ± 33.6	14.9 ± 16.2	18.3 ± 26.7

\* p < 0,05 vs. group 1; \*\* p < 0,01 vs. group 1; <sup>§</sup> p < 0,05 vs. group 2

Abbildung 3.27: Prozesszeiten innerhalb der Altersgruppen. Angabe als arithmetisches Mittel und Standardabweichung. P-Werte nach Kruskal-Wallis-Test mit Dunn's Post-hoc-Test und Bonferroni-Korrektur. Bezeichnungen der Kennzahlen: Delta 1 = Z1, Delta 2 = K2, Delta 3 = Z2, Delta 4 = Z3, Delta 5 = K8, Delta 6 = K9, Delta 7 = K3, Delta 8 = Z4. [Schnoor, 2018]

### 3.4.3 Prozesszeiten in Abhängigkeit vom Alter und vom operativen Zugangsweg

In folgendem Abschnitt erfolgte die Betrachtung der perioperativen Prozesszeiten in Abhängigkeit von Patientenalter und operativem Zugangsweg.

Für den ventralen Zugangsweg zur HWS zeigte sich mit Zunahme des Patientenalters eine längere Anästhesie-Einleitungsdauer (delta 2, K2, Vergleich von Gruppe 1 und 2: 4 Minuten, n.s.; Gruppe 1 und 3: 8 Minuten,  $p < 0,01$ ). In Altersgruppe 2 fand sich für die Einleitungsdauer eine Erhöhung von 6 Minuten ( $p < 0,05$ ) für die Bauchlage im Vergleich zur Rückenlagerung. Hingegen ergab sich für die  $\geq 80$ -Jährigen für das dorsale Verfahren eine kürzere Zeit der Einleitung als bei den gleichaltrigen ventral Operierten ( $p < 0,05$ ). Der selbst definierte „zusätzliche Parameter 3, Operateur-vorbereitende Zeit“ (delta 4) berechnete sich aus der Differenz der Zeitpunkte Schnitt und OP-Beginn (= Beginn chirurgischer Maßnahmen/ Beginn Maßnahmen Operateur am Patienten). In dieses Zeitintervall fiel die Lagerung des Patienten. Für den dorsalen Zugangsweg ergaben sich hierfür durch die Bauchlagerung verlängerte Zeiten. Für Gruppe 2 bedeutete es 12 Minuten zusätzlich ( $p < 0,01$ ) und für Gruppe 3 10 Minuten mehr ( $p < 0,01$ ). Die Schnitt-Naht-Zeit des ventralen Verfahrens sank mit steigendem Alter (Gruppe 1 und 2:



$p < 0,01$ ; Gruppe 1 und 3:  $p < 0,01$ ). Für den dorsalen Zugangsweg hingegen konnte keine signifikante altersabhängige Änderung dieser Zeit dargestellt werden. In der Gegenüberstellung der beiden OP-Verfahren innerhalb der drei Gruppen ergaben sich für die Schnitt-Naht-Zeiten in Bauchlage für alle Altersklassen verlängerte Zeiten (Gruppe 1: 34 min verlängert,  $p < 0,05$ ; Gruppe 2: 100 min,  $p < 0,01$ , Gruppe 3: 104 min,  $p < 0,01$ ).

	Group 1 ≤ 59 years	Group 2 60-79 years	Group 3 ≥ 80 years
Delta 2 supine	20.3 ± 9.4	24.6 ± 15.1	28.8 ± 13.9**
Delta 2 prone	24.4 ± 19.8	30.3 ± 15.9* <sup>#</sup>	23.8 ± 16.8 <sup>#</sup>
Delta 4 supine	44.4 ± 29.3	41.7 ± 32.1	38.8 ± 14.2
Delta 4 prone	50.0 ± 34.4	54.4 ± 29.7 <sup>##</sup>	49.0 ± 9.1 <sup>##</sup>
Delta 5 supine	120.5 ± 67.5	81.9 ± 39.3**	68.6 ± 37.7** <sup>§</sup>
Delta 5 prone	154.6 ± 77.6 <sup>#</sup>	182.1 ± 65.6 <sup>##</sup>	172.5 ± 52.0 <sup>##</sup>

\*  $p < 0,05$  vs. group 1; \*\*  $p < 0,01$  vs. group 1; §  $p < 0,05$  vs. group 2; #  $p < 0,05$  vs. supine; ##  $p < 0,01$  vs.

supine

Abbildung 3.28: Prozesszeiten Delta 2 (= K2, Anästhesie-Einleitungsdauer), Delta 4 (= Z3, Operateur-vorbereitende Zeit) und Delta 5 (= K8, Schnitt-Naht-Zeit) in Minuten der drei Altersgruppen in Rücken- und Bauchlage. Angabe als arithmetisches Mittel und Standardabweichung. Anhand des Mann-Whitney-U-Tests erfolgte die Analyse der Patientenlagerung auf statistisch signifikante Unterschiede. [Schnoor, 2018]

Die folgenden drei Abbildungen (3.29, 3.30, 3.31) stellen die Korrelation zwischen Prozesszeiten und Patientenalter in den beiden Positionen (Rücken- und Bauchlage) dar ( $R$  = Spearman's Rangkorrelationskoeffizient,  $p$  = statistische Signifikanz der Korrelation). Auf der jeweils linken Seite kommt das ventrale Verfahren (Rückenlage, 251 Patienten) zur Abbildung und rechts findet sich der dorsale Zugangsweg (Bauchlage, 79 Patienten). Diese Analyse zeigte für die Rückenlagerung statistisch signifikante Zusammenhänge: Die Einleitungsdauer nahm altersabhängig zu und die Schnitt-Naht-Zeit fiel mit zunehmendem Patientenalter ab. In Bezug auf die Bauchlage fand sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang der dargestellten Prozesszeiten mit dem Alter.

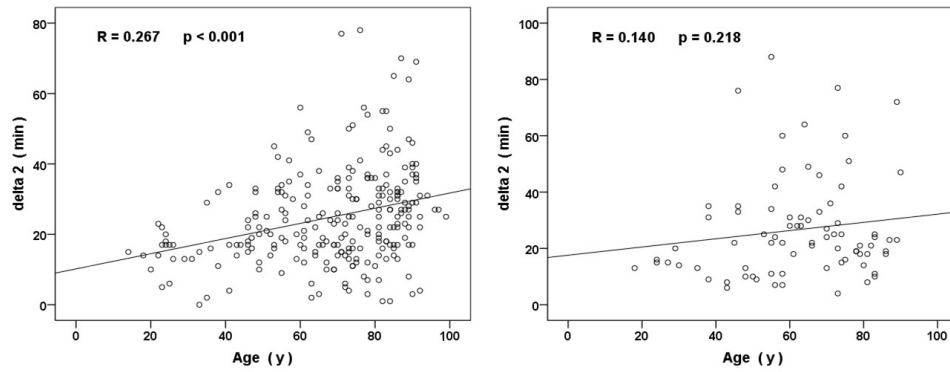


Abbildung 3.29: delta 2 = K2, Anästhesie-Einleitungsdauer [Schnoor, 2018]

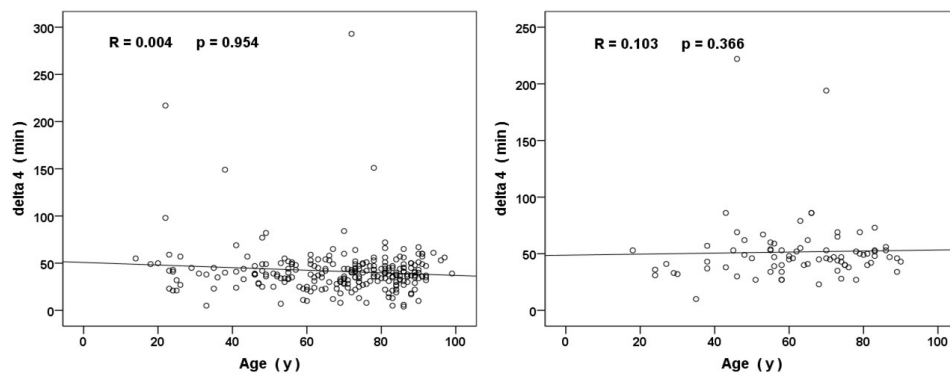


Abbildung 3.30: delta 4 = Z3, Operateur-vorbereitende Zeit [Schnoor, 2018]

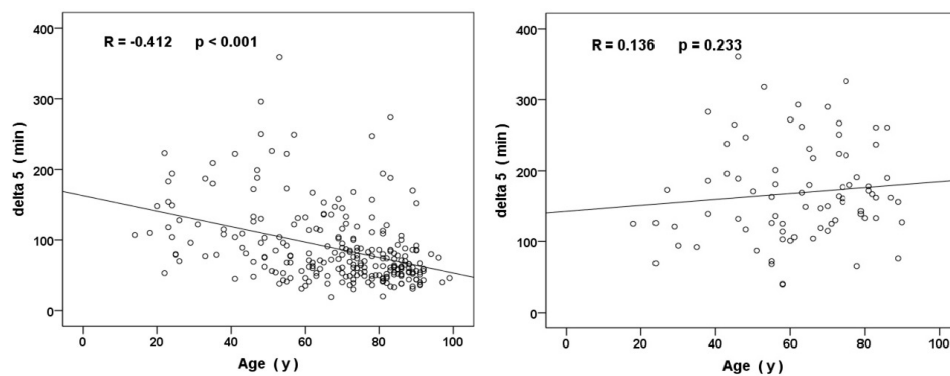


Abbildung 3.31: delta 5 = K8, Schnitt-Naht-Zeit [Schnoor, 2018]

# Kapitel 4

## Diskussion

### 4.1 Diskussion der Methodik

#### 4.1.1 Retrospektives Studiendesign

Bei der durchgeführten Arbeit handelte es sich um eine statistische Auswertung von zurückliegenden Operationen im Sinne einer retrospektiven Datenanalyse. Dieses Studiendesign brachte den Nachteil mit sich, dass die festgelegten zu untersuchenden Merkmale und Daten teilweise nicht, unvollständig oder falsch dokumentiert waren. Da kein direkter Einfluss auf die Erhebung genommen werden konnte und Abhängigkeit von vorhandenem Material bestand, leidete mitunter die Qualität der Daten darunter. Die zur Auswertung notwendigen Operationen wurden jedoch bereits durchgeführt und somit bestand keine Wartezeit bis zum vollständigen Datensatz. Durch diesen Vorteil konnten relativ schnell Ergebnisse erzielt werden [Weiß, 2005].

#### 4.1.2 Patientenzusammenstellung

Der untersuchte Datensatz umfasste insgesamt 330 Patienten, welche im Zeitraum vom 01.07.2003 bis 31.07.2013 im Operationssaal 10 des Universitätsklinikums Leipzig durch die Abteilung für Unfallchirurgie aufgrund von HWS-Frakturen versorgt wurden. Damit fielen in die vorliegende Arbeit jedoch durch die methodisch gewählte, eingeschränkte Erfassung von Patienten nicht alle an der Klinik im Bereich der Halswirbelsäule Operierten. Dieser Aspekt sollte bei der Betrachtung der Ergebnisse und Auswertungen mit berücksichtigt werden. Dadurch unterliegen die gefundenen Ergebnisse möglicherweise nicht analysierten Einflüssen (z.B. hinsichtlich der Alters- oder Geschlechtsstruktur, der Frakturformen, des operativen Verfahrens). Eine Übertragbarkeit, beispielsweise in Bezug auf nicht-traumatologisch oder notfallmäßig in anderen OP-Sälen versorgte Patienten, ist damit nicht sicher gegeben. Andererseits erfolgte diese Einschränkung, um durch einen

kleineren Kreis von Operateuren (häufig innerhalb einer Abteilung wenige auf Wirbelsäulenchirurgie spezialisierte Operateure) eine gewisse Vergleichbarkeit der Eingriffe gewährleisten zu können und interindividuelle zeitliche Abweichungen gering zu halten.

### 4.1.3 Datenerfassung

Zunächst erfolgte die Auflistung aus den OP-Büchern des unfallchirurgischen Operationssaals (Saal 10) der Jahre 2003 bis 2013. Bei diesem ersten gewonnenen Datensatz fanden sich auch Wirbelsäulen-Operationen, bei welchen die Frakturlokalisierung nicht angegeben war und die zunächst für weitere Recherchen mit aufgenommen wurden. Es lag in diesem Fall, wie in 4.1.1 beschrieben, eine unvollständige Dokumentation in den Büchern vor. Die Patienten wurden im nächsten Schritt in COPRA aufgerufen und die fehlenden OP-Indikationen hinzugefügt. Auch nach dieser Analyse blieben noch einige Unklarheiten im Datensatz. Mit Hilfe der Recherche im Klinikprogramm SAP konnten die Ergänzungen der gesuchten Informationen und zusätzlicher Parameter erfolgen. Innerhalb dieser Bearbeitungsschritte fielen falsche und unvollständige Datensätze heraus. Beispielsweise handelte es sich dabei um Verletzungen der Wirbelsäule an anderer Lokalisation (Brustwirbel- und Lendenwirbelsäule) oder um Halo-Fixateur-Eingriffe.

In einer COPRA-Datenbankabfrage mit dem Softwareprogramm Microsoft Access<sup>®</sup> wurden die Prozesszeiten gewonnen. Bei der Abfrage waren einige Umsetzungen aufgrund von nicht übereinstimmenden Patientendaten erforderlich. Diese Unstimmigkeiten basierten zum Beispiel auf unterschiedlichen Schreibweisen der Vor- oder Familiennamen in den abzugleichenden Tabellen, auf Fehlern bei der Eintragung von Geburts- oder Operationsdatum, sowohl in der COPRA-Datenbank als auch in der angefertigten Patientenliste.

### 4.1.4 Statistische Auswertung

Zur statistischen Auswertung kamen als erstes die Parameter arithmetisches Mittel und Standardabweichung zum Einsatz. Bauer et al. [2004] formulierten bei der Analyse von Kennzahlen: „Die einfache Mittelwertbildung ermöglicht einen Anhaltswert für die Dauer einzelner Teilprozesse.“ Um diese Übersicht zu erlangen, erfolgte dies in der vorliegenden Arbeit. Für die Erstellung vergleichender Boxplots wurden 25. Perzentile, Median, 75. Perzentile, Minimal- und Maximalwert (sog. „Ausreißer“) sowie die Spannweite ermittelt. Viele und hohe Abweichungen vom Median beeinflussten die Ergebnisse und könnten zu Verschiebungen geführt haben. Um schließlich aus den bisher ermittelten Werten relevante und begründbare Schlussfolgerungen für das Kliniksystem ziehen zu können, wurden die Daten mit Hilfe verschiedener Tests auf statistisch signifikante Unterschiede untersucht.

## 4.2 Diskussion der Ergebnisse der Patientenverteilung

### 4.2.1 Jahresverteilung

In 3.3.1 wurde ein deutlicher Anstieg von Operationen der Halswirbelsäule im Verlauf des Untersuchungszeitraums in dem primär für unfallchirurgische Eingriffe vorgesehenen OP-Saal demonstriert. Es liese sich die Vermutung aufstellen, dass diese Zunahme durchaus für die Gesamtzahl der am Klinikum durchgeführten HWS-Eingriffe zutreffen könnte. Trotz der Einschränkung der Untersuchungsgruppe durch nur einen ausgewählten OP-Saal zeigt sich eine eindeutig steigende Tendenz. Eine mögliche Ursache dafür sind stetig fortschreitende Entwicklungen in der Medizin. Diese können neue Möglichkeiten für operative Verfahren, minimalinvasive Prozeduren sowie zunehmende Standardisierung von immer mehr Operationen und damit schließlich eine Qualitätssicherung mit sich bringen. Der in Abbildung 3.1 dargestellte steile Anstieg vom Jahr 2008 zu 2009 und den folgenden Zeitabschnitten könnte durch den Tätigkeitsbeginn eines erfahrenen Operators im Bereich der Wirbelsäulenchirurgie ab 2009 (Herr Dr. med. Christian M. Schmidt, ein Wirbelsäulenoperator, war in dieser Zeit angestellt.) begründet sein. Dies verdeutlicht zudem, dass die OP-Zahlen in einer Klinik stets auch von den dort tätigen Ärzten und ihren Qualifikationen abhängen. Erfahrene, gute Operateure führen zu steigenden Zahlen der Prozeduren. Gleichzeitig ist es für ein Krankenhaus wichtig auf verschiedenen Spezialgebieten (z.B. Wirbelsäulenchirurgie) Ärzte aus- und weiterzubilden, um diesen Bereich zukünftig weiter absichern und weiterentwickeln zu können.

Die Tendenz ansteigender Operationszahlen, speziell von Wirbelsäuleneingriffen, in Deutschland wurde durch die „Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik“ nachgewiesen [Statistisches Bundesamt, 2018a]. Unter dem OPS-Eintrag (5-83) „Operationen an der Wirbelsäule“ fanden sich 2005 326.962 Prozeduren. 2013 hatte sich diese Zahl mit 751.954 Operationen mehr als verdoppelt. Die Ursachen für diesen deutschlandweiten Anstieg der OP-Zahlen sind, wie auch für das vorliegende Untersuchungskollektiv beschrieben, vielfältig. Dazu gehören der medizinisch-technische Fortschritt mit neuen Untersuchungs- und Behandlungsmethoden, aber auch das Abrechnungssystem nach Fallpauschalen [Bölt et al., 2012]. Die demografische Entwicklung mit einer alternden Bevölkerung spielt ebenso eine wichtige Rolle [Deutscher Bundestag 17. Wahlperiode, 2013]. In der Literatur wird die Zunahme von Operationen zudem diskutiert als „Ausdruck der Leistungsfähigkeit und der Qualität der medizinischen Versorgung in Deutschland“ [Hillienhof, 2013].

### 4.2.2 Geschlechter- und Altersverteilung

Der Anteil männlicher Patienten im untersuchten Kollektiv lag mit 61,2% deutlich über dem der weiblichen Operierten (38,8%). Dies führte zu der Frage, ob Männer aufgrund des

Lebensstils insgesamt mehr Traumata, entsprechend auch im Bereich der HWS, erleiden. Auf diesen Aspekt wird im Verlauf dieses Abschnittes noch weiter eingegangen. Andere Arbeiten zum Thema Frakturen der HWS fanden ähnliche Verteilungen der Geschlechter. So beschrieben Hofmeister u. Bühren [1999] bei einer Untersuchungsgruppe von 544 Patienten, dass Männer doppelt so häufig wie Frauen eine zervikale Fraktur erlitten. In einer Dissertation ergab sich ein Verhältnis von 68,5% männlichen zu 31,5% weiblichen Operierten [Eckert, 2012]. Im Vergleich zur Verteilung in der gesamten deutschen Bevölkerung nach Statistische Ämter des Bundes und der Länder [2016] mit einem Anteil von 51,2% Frauen im Jahr 2011 findet sich in diesen Arbeiten eine deutliche Verschiebung zum männlichen Geschlecht.

Der Altersmittelwert des vorliegenden Kollektivs betrug 67 Jahre. Bei Hofmeister u. Bühren [1999] und Eckert [2012] fanden sich mit einem durchschnittlichen Alter von jeweils 44 Jahren hingegen deutlich jüngere Patienten. Eine andere Untersuchung der unteren HWS verzeichnete ein Durchschnittsalter von 51,5 Jahren [Spiekermann, 2009]. Im Jahr 2011 war die deutsche Bevölkerung im Mittel 43,3 Jahre alt und damit scheinen HWS-Frakturen zumindest nach dieser Untersuchung hauptsächlich Verletzungen des höheren Lebensalters zu sein [Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2016].

Eine weitere Untergliederung des Untersuchungskollektivs erfolgte in Altersgruppen. Betrachtet man die Patienten unter 60 Jahren als „jüngere“ im Verhältnis zur „älteren“ Gruppe ab 60 Jahren zeigte sich eine deutliche Verschiebung von Frakturen der Halswirbelsäule in den Bereich des höheren Lebensalters (30,9% zu 69,1%).

Gliederte man die Altersgruppen entsprechend den Angaben von Nöthen [2011]; Statistische Ämter des Bundes und der Länder [2010] in Patienten bis 64 Jahre und 65 Jahre und älter, ergab sich ein Verhältnis von 38,5% zu 61,5%. Patienten ab 65 Jahren bildeten die ältere Gruppe, welche auch in dieser Unterteilung den deutlich größeren Anteil ausmachte. Dies stellt vor dem in 1.1.4 beschriebenem demografischen Hintergrund mit einer zunehmenden Alterung der Bevölkerung und den zu erwartenden ansteigenden Gesundheitskosten mit Verschiebung in den Bereich der älteren Patienten einen beachtenswerten Aspekt dar. Rechnet man aufgrund des steigenden Anteils älterer Menschen mit einer weiteren Zunahme dieser Verletzungsmuster, so eignet sich der Bereich für Ansatzpunkte zukünftiger Optimierungen und Planungen für den Einsatz von Ressourcen. Dies könnte letztlich zu einer Effizienzsteigerung führen.

Eine Untersuchung der Altersstruktur des Patientenkollektivs innerhalb der Geschlechter ergab die in Abbildung 3.5 dargestellte Verteilung. Frauen erlitten in reichlich der Hälfte aller Fälle (51,6%) im höheren Alter (ab 80 Jahren) Frakturen der Halswirbel-

säule. Dies könnte durch einen risikoärmeren Lebensstil in früheren Lebensjahren und eine höhere Lebenserwartung bedingt sein. Hinsichtlich dieser erwartet man für beide Geschlechter einen weiteren Anstieg, jedoch wird auch der Unterschied zwischen Mann und Frau wachsen [Eickenberg, 2003]. Nach Angaben des statistischen Bundesamtes [Statistisches Bundesamt, 2015] lag die Lebenserwartung im Bericht 2010/12 für Männer im Alter von 65 Jahren bei 17,46 und Frauen bei 20,74 weiteren Lebensjahren, für Neugeborene der männlichen Bevölkerung bei 77,72 Jahren und für Mädchen 5 Jahre darüber mit 82,80 Jahren. So kam es möglicherweise dazu, dass diese Verletzungen bei Patientinnen erst im fortgeschrittenen Lebensalter ihren Gipfel durch Osteoporose, zunehmende Sturzneigung sowie zum Beispiel metastatisch bedingte Veränderungen fanden. Laurer et al. [2010] berichtete, dass die Fraktur des Dens axis überwiegend eine Verletzung der osteoporotischen postmenopausalen Frau darstellt.

Anders verhielt es sich beim männlichen Geschlecht. HWS-Frakturen betrafen männliche Patienten vor allem bis zum 80. Lebensjahr. Bei den jüngeren Operierten könnte dies für einen deutlich riskobelasteteren Lebensstil sprechen, denn hauptsächlich kam es im Garten und Straßenverkehr zu einem Unfall. Auch berufliche Komponenten, z.B. Arbeit im Baugewerbe und Freizeitaktivitäten spielten eine Rolle. In der Literatur wurde beschrieben, dass Männer einen meist riskanteren Lebensstil führen [Brandes, 2003] und deutlich häufiger Verletzungen erleiden. Bei Casper [2000] fand sich ein Anteil von Verletzten bei männlichen Befragten bei 15,0% gegenüber 9,6% bei weiblichen. Casper [2000] formulierte weiter: „Männer verunfallen bis zum Alter von 70 Jahren häufiger als Frauen. Bis zum Alter von 50 Jahren ist die Unfallohäufigkeit der Männer etwa doppelt so hoch wie diejenige der Frauen. Jenseits 70 Jahre überwiegen die Unfallohäufigkeiten der Frauen, jedoch mit deutlich geringeren Unterschieden zu den Männern als vorher umgekehrt.“ Dies deckte sich mit der im hier vorliegenden Kollektiv beschriebenen Verteilung. Für geschlechtsbedingt höheres Verletzungsrisiko spricht auch die Aussage von Eickenberg [2003], dass Männer dreimal riskanter als Frauen leben. Bei Patienten des Alters von 60 bis 79 Jahren lag ebenso ein hoher Anteil. Hier könnte die insgesamt geringere Lebenserwartung des männlichen Geschlechts zusätzlich ursächlich sein. So zeigten sich die Altersfrakturen hauptsächlich bis zum 80. Lebensjahr und damit im Gegensatz zu Frauen früher. Dieser Erklärung entsprechend beschrieb Eckert [2012] für Verletzungen der HWS für Männer einen Altersgipfel im 30. Lebensjahr und bei Frauen zwischen 70 und 89 Jahren. Ähnliche Verteilungen fanden sich auch bei Hofmeister u. Bühren [1999] für die gesamte Untersuchungsgruppe mit einem Maximum im 3. Lebensjahrzehnt und einem zweiten Gipfel nach dem 60. Lebensjahr.

### 4.2.3 Body-Mass-Index

Vergleicht man die im vorliegenden Kollektiv ermittelten BMI-Werte mit Werten für Deutschland der Jahre 2005 und 2013, welche den Untersuchungszeitraum widerspiegeln sollen, so ergeben sich die folgenden Ergebnisse. 2005 lag ein durchschnittlicher BMI von  $25,5 \text{ kg/m}^2$  für beide Geschlechter in der Bevölkerung ab 18 Jahren vor [Statistisches Bundesamt, 2006].  $25,9 \text{ kg/m}^2$  ergab sich für die gleiche Gruppe in Deutschland im Jahr 2013 [Statistisches Bundesamt, 2014]. Der für die untersuchte Patientengruppe ermittelte durchschnittliche Körpermassenindex betrug  $25,1 \text{ kg/m}^2$  und stellte damit die deutsche Bevölkerung mit nur geringer Abweichung dar. Gleiches galt für die Anteile innerhalb der Klassen Unter-, Normal- und Übergewicht. Auch in diesem Fall entsprachen die untersuchten Patienten (Abb. 3.6) mit minimalen Unterschieden der Verteilung in Deutschland (dargestellt in Abb. 4.1 und Abb. 4.2).

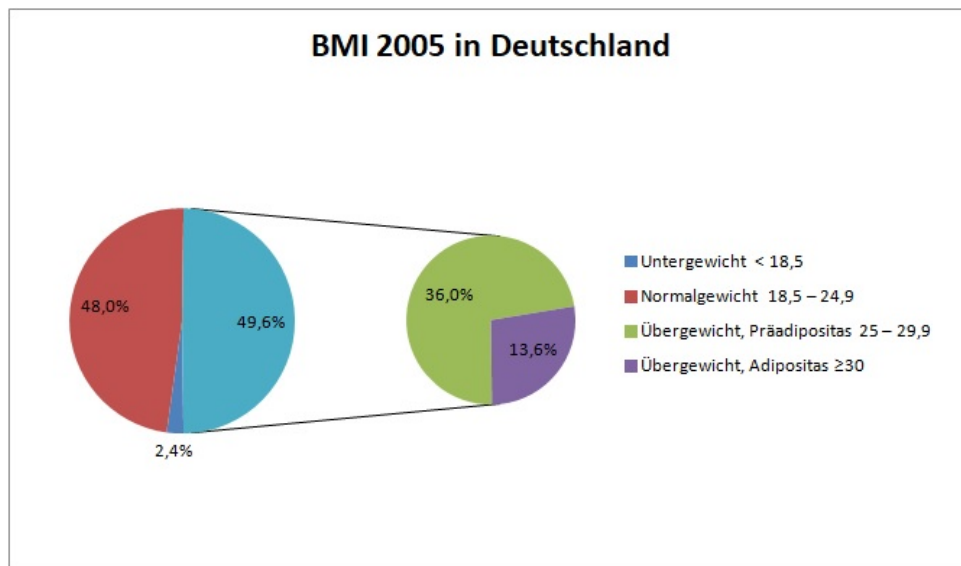


Abbildung 4.1: Body-Mass-Index-Verteilung innerhalb der deutschen Bevölkerung im Jahr 2005 (mod. n. [Statistisches Bundesamt, 2006])



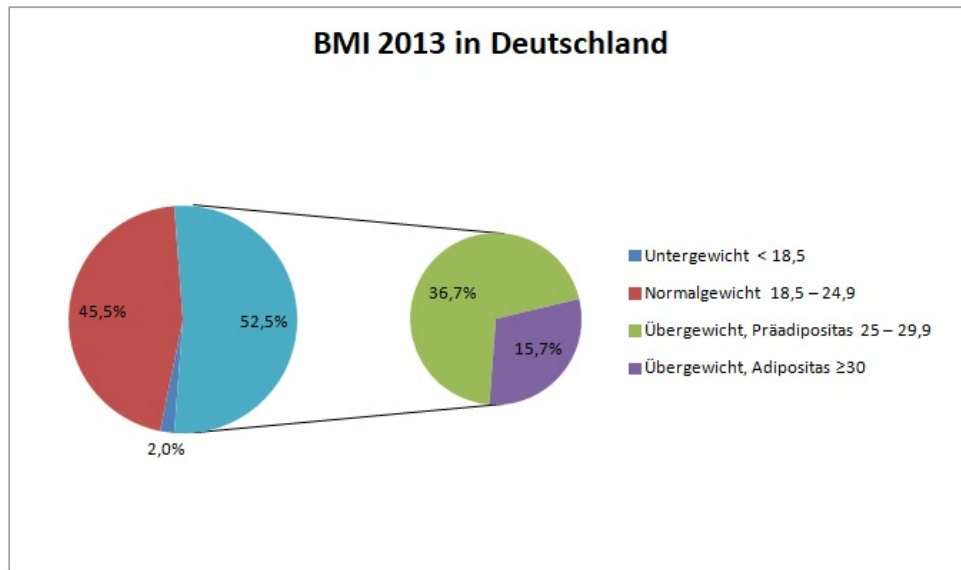


Abbildung 4.2: Body-Mass-Index-Verteilung innerhalb der deutschen Bevölkerung im Jahr 2013 (mod. n.[Statistisches Bundesamt, 2014])

In einer Arbeit zu lumbalen Wirbelsäuleneingriffen in Bauchlage beschrieben Singeisen et al. [2013] etwas höhere Mittelwerte des BMIs (für die Spinalanästhesie  $26,7 \text{ kg/m}^2$  und die Intubationsnarkose  $26,2 \text{ kg/m}^2$ ). Im internationalen Vergleich ermittelte Liang et al. [2017] bei ventralen HWS-Eingriffen in China einen durchschnittlichen BMI von  $25,03 \text{ kg/m}^2$ , was den vorliegenden Ergebnissen ähnelt. Bei einer großen Untersuchung von 3671 Patienten mit zervikalen Wirbelsäulenoperationen in den USA ergab sich für ventrale Verfahren ein Anteil von 56,4% mit einem BMI bis  $29,9 \text{ kg/m}^2$ , für dorsale von 61,8% und daraus folgend hohen restlichen Anteilen von adipösen Operierten [Buerba et al., 2014]. In der vorliegenden Untersuchungsgruppe fanden sich deutlich weniger Patienten mit Adipositas. Einen BMI bis einschließlich Präadipositas ( $29,9 \text{ kg/m}^2$ ) wiesen 88,2% auf.

#### 4.2.4 Frakturmechanismus

Als Ursache der Fraktur im Bereich der Halswirbelsäule fand sich bei 279 Patienten (84,8%) ein vorausgegangenes Trauma in der Anamnese. Im vorhergehenden Abschnitt 4.2.2 wurde beschrieben, dass sich jüngere Patienten eher durch schwerere Stürze oder Verkehrsunfälle verletzen und im höheren Lebensalter Osteoporose als wichtiger Risikofaktor HWS-Frakturen begünstigen kann. So können sog. Bagatellstürze bei alten Menschen zur Fraktur von schlecht durchgebautem Knochen führen [Böckmann, 2013]. Bühnen [2002] ermittelte ebenso vor allem traumatische Ursachen: 52% der Verletzungen durch Verkehrsunfälle, 21% durch banale Stürze im Sinne der Alterstraumatologie, 20% durch einen Fall aus der Höhe, 5% durch einen Schlag und nur 2% atraumatischer Genese. Eine

andere Auswertung erbrachte getrennt betrachtet für obere und untere HWS als häufigste Unfallursachen Verkehrsunfälle (jeweils 58%) und einfache Stürze (häufig bei älteren Patienten, 38% bzw. 20%). Ohne vorausgehendes Trauma kam es nur bei 1% zur Halswirbelsäulenfraktur [Eckert, 2012]. Die atraumatischen Verletzungsmuster lagen in der vorliegenden Arbeit mit 5,8% etwas häufiger vor. In einer Publikation von Obertacke u. Nast-Kolb [2000] fand sich die in Abbildung 4.3 dargestellte Verteilung von Unfallmechanismen innerhalb zweier Altersgruppen. So zeigte sich bei den über 65-Jährigen der Sturz (40,6%) als Hauptunfallursache. Weiterhin wurde in dieser Arbeit formuliert, dass sich Stürze als Folgen von altersbedingter Gebrechlichkeit, kardiovaskulärer Synkopen sowie Medikamenteneinfluss ereignen und die ältere Bevölkerung zu 2/3 Anteil an der stationären Traumaversorgung hat. Vor den bereits diskutierten demografischen Veränderungen wären also Zunahmen von Stürzen und folglich von Frakturen sowie Hospitalisierungen zu erwarten.

<b>Unfallmechanismen im Alter*</b>		
	<b>Alter &gt;65 Jahre</b>	<b>Alter &lt;65 Jahre</b>
<b>Anzahl</b>	<b>3833</b>	<b>42944</b>
<b>m/w</b>	<b>0,93</b>	<b>3,3</b>
<b>ISS (Punkte)</b>	<b>13,3</b>	<b>13,4</b>
<b>RTS (Punkte)</b>	<b>7,0</b>	<b>7,0</b>
<b>Sturz</b>	<b>40,6%</b>	<b>11,0%</b>
<b>PKW-Insasse</b>	<b>28,2%</b>	<b>33,5%</b>
<b>Fußgänger-Kollision</b>	<b>10,0%</b>	<b>7,9%</b>
<b>penetrierende Verletzung</b>	<b>8,1%</b>	<b>24,9%</b>

Abbildung 4.3: Unfallmechanismen im Alter [Obertacke, 2000]

Der Anteil von Patienten, welche ein Polytrauma erlitten und in diese Erhebung hinein fielen, war mit 7,6% gering. Allerdings wurden Operierte mit mehreren, in einer Narkose versorgten Verletzungsmustern (wie es bei Polytraumen häufig der Fall ist) ausgeschlossen, da diese Eingriffe dann mit verlängerten Prozesszeiten einhergehen. Ein interessantes Ergebnis zeigte sich in der Untergruppe dennoch: 92 % der Betroffenen waren männlich und unter 60 Jahren (84%). Mit durchschnittlich 44 Jahren lag der Altersmittelwert deutlich unter dem des Gesamtkollektivs von 67 Jahren. Dies bestätigt auch den in 4.2.2 diskutierten Sachverhalt, dass Männer einen riskoreicheren Lebensstil führen und damit häufiger Traumata in den früheren Lebensjahren aufweisen.

### 4.2.5 Frakturlokalisation

Frakturen des Dens axis waren im untersuchten Kollektiv mit 65,2% mit Abstand am häufigsten. Vor allem mit höherem Lebensalter stellten diese einen zunehmenden Anteil dar. So berichtete auch Lomoschitz et al. [2002] von einer derartigen Verteilung (Abbildung 4.4). Besonders deutlich zeigte sich dies in Altersgruppe 3 ( $\geq 80$  Jahre, 95,2%). In der gesamten Bevölkerung betreffen, wie Laurer et al. [2010] beschrieb, ungefähr 10 bis 18% aller Halswirbelfrakturen den Dens axis. In der betrachteten Gruppe war dieser Anteil deutlich höher. Dies könnte mit der Altersstruktur mit einem im Vergleich älteren Kollektiv und einer entsprechenden Verschiebung zu den typischen Verletzungsmustern zusammenhängen.

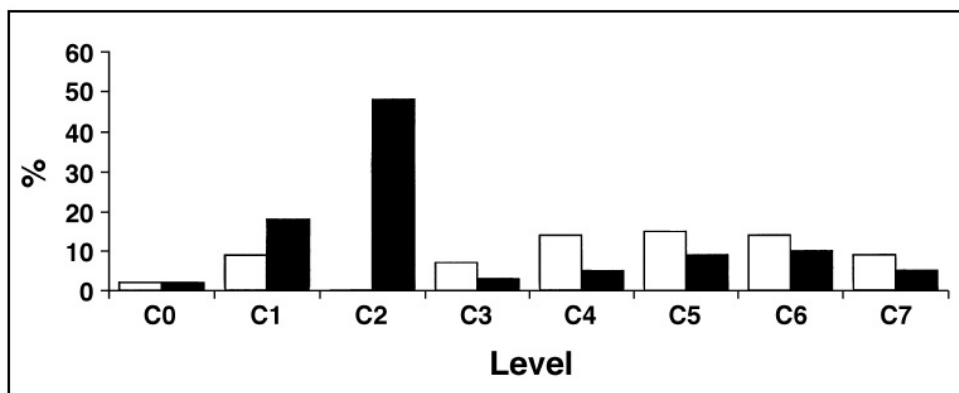


Abbildung 4.4: Verletzungslevel HWS; weiße Balken = Patienten 65–75 Jahre ( $n = 96$  Verletzungen bei 59 Patienten), schwarze Balken = Patienten  $>75$  Jahre ( $n = 129$  Verletzungen bei 90 Patienten) [Lomoschitz, 2002]

Nach dieser Abbildung traten Verletzungen der Segmente C2 und C1 bei alten Menschen am häufigsten auf. Bei jungen Patienten zeigten C4 bis C7 die meisten Frakturen [Böckmann, 2013]. Ähnlich lag die Verteilung bei der Dissertation von Eckert [2012]: im Bereich der oberen HWS nahm die Densfraktur mit 68,9% den größten Anteil ein, bei der unteren HWS betraf es gehäuft HWK 5/6 sowie HWK 6/7. Diese Verletzungsverteilung mit zwei Häufigkeitsgipfeln fand sich auch in weiteren Arbeiten [Laurer et al., 2010; Bühren, 2002].

### 4.2.6 Operativer Zugangsweg

Deutlich häufiger erfolgte die Versorgung über den ventralen Zugangsweg mit 76,1% (Anzahl 251 Patienten). In der Literatur wird dieses als bevorzugtes Verfahren beschrieben. In einer Studie der Arbeitsgemeinschaft Wirbelsäulenchirurgie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie kam in 79% der Operationen der ventrale, in 10% der dorsale und in 11% der kombiniert dorso-ventrale Zugang zum Einsatz (Abb.4.5) [Bühren, 2002].

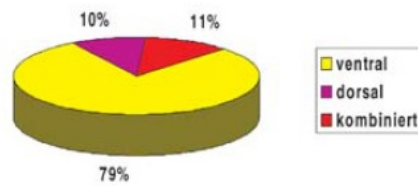


Abbildung 4.5: Wahl des Zugangsweges nach einer Studie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie [Bühren, 2002]

Eckert [2012] wies für die obere in 80,9% und für die untere HWS in 84,0% der Operationen den ventralen Zugangsweg nach.

Als Therapie der Wahl zur Versorgung der unteren Halswirbelsäule beschrieb Laurer et al. [2010] die ventrale Spondylodese, für die obere HWS erfolge diese ventral, dorsal oder kombiniert in Abhängigkeit von der Frakturform. So berichtete auch Bühren [2002], dass vor allem anteriore Zugänge eingesetzt werden, jedoch im Bereich der oberen HWS weiterhin Indikationen für dorsale Zugänge bestehen. Zur Versorgung der unteren HWS kommen die posterioren Verfahren immer seltener zur Anwendung, doch auch hier finden sich weiterhin Einsatznotwendigkeiten.



Abbildung 4.6: Beispiel eines ventralen Verfahrens: ventrale Spondylodese C4/C6 mittels Beckenkammspan und winkelstabiler Platte [Laurer, 2010]

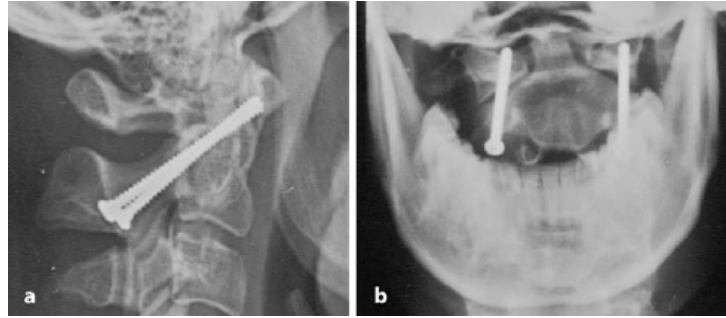


Abbildung 4.7: Beispiel eines dorsalen Verfahrens: dorsale transartikuläre Verschraubung C2/C1: a) Seitliche Kontrolle mit korrekter Lage der Schraubenspitze in der ventralen Kortikalis, HWK 1; b) a.p.-Kontrolle mit korrektem zentralen transartikulären Verlauf der Schrauben [Bühren, 2002]

Die Wahl des Zugangsweges hängt von vielen Faktoren ab. Als wichtigster Punkt beeinflusst das Verletzungsmuster die Indikationsstellung und Auswahl des operativen Verfahrens. Beim dorsalen Zugang kommt es oft zu erheblichen Schädigungen der Nackenmuskulatur, weshalb darauf von vielen Operateuren nach Möglichkeit verzichtet wird [Bühren, 2002]. Ein anderer einflussreicher Faktor könnte die Lagerung sein, welche sich beim posterioren Verfahren, auch hinsichtlich der Anästhesie, schwieriger gestalten könnte. Einen älteren Patienten in Bauchlage zu bringen, dauerte in der vorliegenden Untersuchung ungefähr 10 Minuten.

#### 4.2.7 ASA-Klassifikation

Anhand der Einteilung nach der ASA-Klassifikation fanden sich die meisten Patienten in den ASA-Klassen III (50,72%) und II (37,41%). Nach Heinrichs et al. [2010] handelte es sich dabei um Patienten mit schwerer und leichter Allgemeinerkrankung. Über die Hälfte des auswertbaren Kollektivs waren schwer vorerkrankt und unterlagen damit einem höheren perioperativen Risiko. Ältere, morbidere Patienten weisen eine höhere ASA-Klasse auf, was meist mit verlängerten Anästhesie-Einleitungszeiten verbunden ist. So verdreifacht sich die Anästhesievorbereitungszeit bei ASA-Klasse IV gegenüber ASA-Klasse I [Escobar et al., 2006].

Singeisen et al. [2013] beschrieben in einer Publikation zur lumbalen Wirbelsäulenchirurgie (mit Vergleich der Anästhesieverfahren Spinalanästhesie und Intubationsnarkose) in ASA I 28,8% bei Spinalanästhesie, 35,2% bei Intubationsnarkose sowie in ASA II den Großteil der Patienten mit 57,6% bei Spinalanästhesie, 44,8% bei Intubationsnarkose. Deutlich geringer als im vorliegenden Kollektiv war ASA III vertreten (13,0% bei Spinalanästhesie, 20,0% bei Intubationsnarkose).

Bei der Untersuchung von Liang et al. [2017] zu ventralen HWS-Operationen ergab sich ein Anteil von 88,4% in den ASA-Klassen I und II und ein damit deutlich geringeres Risiko. In einer US-amerikanischen Studie von Lim et al. [2017] zu anterioren Eingriffen (einstufige, elektive, anteriore zervikale Diskektomie und Fusion) waren 64,6% der Patienten in I und II sowie 35,4% in III und IV klassifiziert. Im Vergleich zu diesen Ergebnissen ergab sich bei der untersuchten Gruppe ein höheres perioperatives Risiko durch eine „kränkere“ Patientengruppe, was möglicherweise erneut durch insgesamt ältere Operierte bedingt sein könnte. Allerdings kann man diesem internationalen Vergleich nur in begrenztem Maß Bedeutung geben.

Die ASA-Klassifikation muss kritisch betrachtet werden, da die Klassen in der aktuellen Literatur uneinheitlich definiert sind und es dadurch nur zu geringer Übereinstimmung bei der Anwendung durch verschiedene Untersucher kommen kann. Um dieses Werkzeug zu standardisieren und damit vergleichbarer zu machen, veröffentlichte die ASA im Jahr 2014 Beispieldiagnosen als Entscheidungshilfe [Irlbeck et al., 2017]. Bis sich diese jedoch im klinischen Alltag weiter durchgesetzt haben, wird es noch Zeit bedürfen und die Vergleichbarkeit verschiedener Arbeiten solange eingeschränkt bleiben.

#### **4.2.8 Entlassung aus der stationären Behandlung**

Einen weiteren Faktor, welcher die Schwere einer Verletzung abbilden könnte, stellt der Entlassungsort aus der stationären Behandlung dar. Mit 60,9% der Behandelten wurde ein Großteil in die Häuslichkeit entlassen. Ein Viertel der Patienten nahm an weiteren Therapiemaßnahmen in einer Rehabilitationseinrichtung oder als Anschlussheilbehandlung teil. Bei diesen könnten im Vergleich zur Gruppe „Entlassung nach Hause“ schwerere Verletzungsmuster vorgelegen haben und entsprechend waren weitere therapeutische und stabilisierende Maßnahmen notwendig. Während des stationären Aufenthaltes in der Abteilung verstarben 15 Patienten (4,9%). In einer Untersuchung der proximalen Femurfraktur, einer anderen typischen Altersfraktur, von Bliemel et al. [2012] erfolgte mit einem Anteil von 61% der Entlassung zu weiterer Therapie (37% geriatrische Weiterbehandlung, 24% Anschlussheilbehandlung), nur bei 19% in die häusliche Umgebung und bei 15% der Fälle ins Pflegeheim (summiert 34%). In der vorliegenden Auswertung wurde die Zurückverlegung ins Pflegeheim als „nach Hause“ gewertet, wenn die Patienten von dort in die Klinik kamen. Aus der Vergleichsstudie ging nicht hervor, ob es ebenso gehandhabt wurde. Insgesamt entließ die Unfallchirurgie bei der untersuchten Gruppe den deutlich größeren Teil nach Hause. Eine Ursache für diese Unterschiede könnte die Struktur der Vergleichsgruppe mit nahezu ausschließlich geriatrischem Patientengut und damit einer noch älteren und kränkeren Gruppe mit längerer Genesungszeit sein. Zudem handelte es

sich um verschiedene Verletzungsmuster und die möglicherweise langsamere Mobilisierung nach Oberschenkelfraktur bildete einen weiteren Faktor. Beide Frakturformen stellen jedoch Verletzungen des älteren Menschen dar, bei welchen in den kommenden Jahren mit einer weiteren Zunahme zu rechnen ist. Damit könnte der Bedarf an Rehabilitationseinrichtungen und -möglichkeiten, auch für Wirbelsäulenverletzungen, steigen.

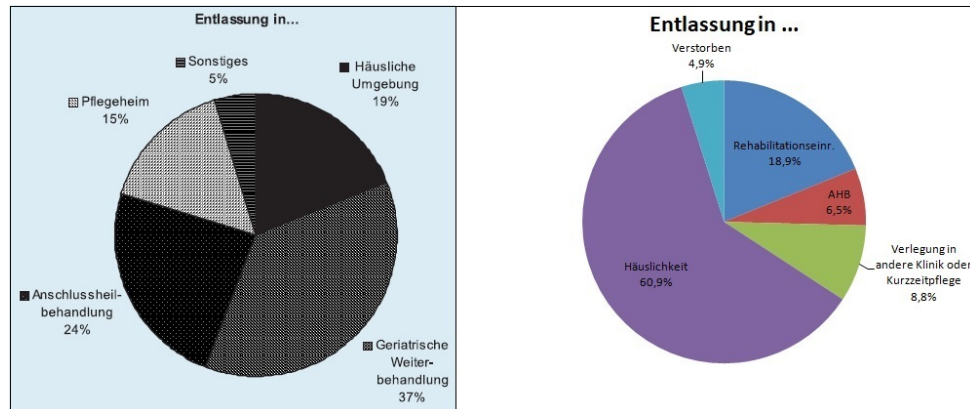


Abbildung 4.8: Entlassungsart von Patienten mit proximaler Femurfraktur [Bliemel, 2012] im Vergleich zur Entlassung der untersuchten Patientengruppe

#### 4.2.9 Schlussfolgerungen zur Patientenverteilung

Für die in dieser Arbeit untersuchte Patientengruppe lassen sich zusammenfassend folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Frakturen der Halswirbelsäule sind Verletzungen des höheren Lebensalters. Vor allem betreffen diese männliche Patienten bis zum 80. Lebensjahr. Ab 80 Jahren erleiden Frauen häufiger diese Frakturform. Der Dens axis stellt die Haupt-Verletzungslokalisation dar, wobei sog. banale Sturzmechanismen älterer Menschen eine wichtige Rolle spielen. Daneben finden sich bei jüngeren Patienten Hochrasanztraumen (Verkehrsunfälle, Stürze aus der Höhe) als Verletzungsursache. Entsprechend der ASA-Klassifikation liegt bei den betroffenen älteren Patienten ein höheres perioperatives Risiko mit entsprechend größerem anästhesiologischen Aufwand vor. Zur Versorgung von HWS-Frakturen kommt der ventrale Zugangsweg deutlich häufiger zum Einsatz, wobei weiterhin Indikationen für dorsale Zugänge bestehen.

Die vorhergesagte demografische Entwicklung lässt zu dem Schluss kommen, dass mit einer alternden Bevölkerung typische Altersfrakturen zunehmen werden. Dazu zählen auch Verletzungen im Bereich der Halswirbelsäule, welche schon heute zu einem großen Anteil in höherem Lebensalter auftreten. Somit könnte dieser Bereich für zukünftige Prozessoptimierungen in Betracht gezogen werden.

## 4.3 Diskussion der ermittelten perioperativen Prozesszeiten

### 4.3.1 Diskussion der ermittelten Kennzahlen

Die Kennzahlen für das Gesamtkollektiv wurden im Folgenden mit den Ergebnissen anderer Arbeiten verglichen.

#### Kennzahlen der Anästhesie

Die Anästhesie-Einleitungsdauer K2 betrug durchschnittlich 25 min (s +/- 15 min), die Anästhesie-Ausleitungsdauer K3 13 min (s +/- 11 min), der anästhesiologische Vorlauf K4 40 min (s +/- 19 min) und der anästhesiologische Nachlauf K5 31 min (s +/- 28 min). Lübke [2010] fand in seiner Studie zu orthopädischen Operationen etwas geringere Werte (Anästhesie-Einleitungsdauer: 21 min (s +/- 18 min), Anästhesie-Ausleitungsdauer 10 min (s +/- 7 min), anästhesiologischer Vorlauf 30 min (s +/- 20 min), anästhesiologischer Nachlauf 20 min (s +/- 11 min)). Ebenso verhielt es sich bei der Arbeit für die Anästhesie-kontrollierte Zeit 51 min (s +/- 23 min), die reine Anästhesie Zeit (RAnZ) 174 min (s +/- 86 min) sowie die Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt 198 min (s +/- 85 min). Diese Gegenüberstellung zeigte für die Ergebnisse der HWS-Operationen in allen Bereichen etwas längere Prozesszeiten, was für im gesamten Spektrum der Orthopädie und Unfallchirurgie aufwendigere und mitunter schwerere Eingriffe sprechen könnte. Für die Anästhesie war möglicherweise eine schwierigere und vorsichtiger In- und Extubation aufgrund der Halswirbelsäulenfraktur ein Faktor. Zudem könnte das Patientengut (durch insgesamt ältere Patienten) zusätzliche invasive kardiovaskuläre Überwachungsmaßnahmen benötigt haben.

In einer Publikation ergab die Analyse bei allgemeinchirurgischen Patienten ebenso eine kürzere Einleitungsdauer von durchschnittlich 22 min (s +/- 11 min) sowie Ausleitungsdauer von 4 min (s +/- 7 min). Die reine Anästhesie-Zeit war mit 217 min (s +/- 114 min) etwas länger als die hier gefundenen Ergebnisse (203 min, s +/- 81 min), jedoch fand sich eine größere Streuung [Bauer et al., 2004].

Eine andere Untersuchung von 43 Eingriffen in einer Klinik für Viszeral- und Allgemein-chirurgie und 51 Operationen in einer Klinik für Unfallchirurgie bzw. Orthopädie führten Jacob u. Klewer [2013] durch. Die Einleitungsdauer (definiert als Beginn Anästhesie-maßnahmen bis Freigabe durch Anästhesie) betrug 11,46 min (s +/- 8,9 min) und die Ausleitungsdauer (Ende operative Maßnahmen bis Ende Anästhesie) 4,11 min (s +/- 4,4 min). Beide Zeiten waren im Vergleich zur vorliegenden Auswertung deutlich kürzer.



### Kennzahlen der Operation

Die Kennzahl operativer Vorlauf K7 betrug im untersuchten Kollektiv im Mittel 50 min (s +/- 27 min), ein deutlich geringeres Ergebnis ermittelte Lübke [2010] mit 35 min (s +/- 12 min). Ursächlich für die längere Zeit könnte die aufwendige Lagerung bei Eingriffen an der Halswirbelsäule gewesen sein. Der operative Nachlauf K9 wies ebenso wie die Schnitt-Naht-Zeit K8 (Mittelwert vorliegende Arbeit 107 min +/- 67 min zu 106 min +/- 71 min) keinen wesentlichen Unterschied auf. Für die perioperative Zeit K10 (165 min) ergab sich folglich, bedingt durch den verlängerten Vorlauf bei HWS-Operationen, ein höherer Wert als in der Vergleichsarbeit (147 min) [Lübke, 2010]. In der Studie von Bauer et al. [2004] waren sowohl der Wert der reinen Operationszeit (Schnitt bis Naht 158 min, s +/- 104 min) als auch der perioperativen Zeit (188 min, s +/- 106 min) größer. Da es sich dabei um allgemeinchirurgische Eingriffe handelte, könnten z.B. durch große Darm- oder Karzinom-Operationen längere Zeiten aufgetreten sein. Zudem ergab sich aus dem Spektrum der Indikationen eine noch breitere Streuung. Jacob u. Klewer [2013] ermittelten eine deutlich kürzere Schnitt-Naht-Zeit von 65,99 min (s +/- 47,2 min). Auch die Operateur-Zwischenzeit Z2 (Freigabe durch Anästhesie – Beginn operative Maßnahmen: 1,90, s +/- 5,1 min) und die Operateur-vorbereitende Zeit Z3 (Beginn operative Maßnahmen - Schnitt: 14,31, s +/- 7,3 min) wurden in dieser Arbeit berechnet. Diese zeigten deutlich niedrigere Werte als bei den HWS-Operationen (Operateur-Zwischenzeit: 6 min, s +/- 6 min sowie Operateur-vorbereitende Zeit: 44 min, s +/- 27 min). In die vorbereitende Zahl fiel die Lagerung der Patienten, welche bei den Wirbelsäuleneingriffen aufwendig war und entsprechende Zeit in Anspruch nahm. Der operative Nachlauf K9 (Naht - Ende operative Maßnahmen) ergab mit durchschnittlich 3,07 min ebenfalls einen kleineren Wert als bei dem Untersuchungskollektiv (8 min). Dazu könnte z.B. bei dorsalen Eingriffen die Rückverlagerung des Patienten beigetragen haben. Eine Analyse der perioperativen Zeit aller am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf operierten Fälle zeigte mit 136,03 min im Mittel (s +/- 138,29 min) der Jahre 2000 bis 2002 ebenfalls geringere Werte [Kuntz u. Vera, 2005].

Bei diesen Vergleichen ist stets zu beachten, dass es sich um verschiedenste operative Verfahren handelte. Jedoch positionieren sie Eingriffe der Halswirbelsäule im chirurgischen Spektrum und demonstrieren, dass HWS-Eingriffe zu den insgesamt sowohl anästhesiologisch als auch operativ aufwendigeren Prozeduren mit entsprechend längeren Zeiten zählen könnten.

### Verhältnis der Kennzahlen

Um den Anteil der anästhesiologischen Kennzahlen und ihren Einfluss auf die Gesamtzeit aufzuzeigen, erfolgte die Darstellung der Anästhesie- und Chirurgie-kontrollierten Zeiten

in Abbildung 3.5. Knapp ein Drittel (30,1%), insgesamt 23517 Minuten für die untersuchten Operationen, war durch die Anästhesie bestimmt. Lübke [2010] ermittelte für die Anästhesie-kontrollierte Zeit einen Anteil von 35% an der Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt. Mögliche Optimierungsbereiche für die Anästhesie wären demnach (im Verhältnis zur Gesamtzeit) begrenzt. Um den Gesamtprozess zu beeinflussen und zu verbessern, sollten Ansatzpunkte am ehesten beide Fachbereiche betreffen. So könnte schließlich eine Effizienzsteigerung aller Bereiche und des Endergebnisses erreicht werden.

### **Aufwachraumdauer**

Von den insgesamt 330 Patienten erfolgte die Überwachung von 175 (53,0%) postoperativ im Aufwachraum und von 155 auf der Intensive Care Unit. Für die Auswertung der Kennzahl Aufwachraumdauer K33 standen nur 116 Datensätze zur Verfügung, da 59 Prozesszeiten unvollständig dokumentiert waren. Für die betrachteten Werte betrug die durchschnittliche Aufenthaltszeit im AWR 147 Minuten ( $s \pm 90$  min) mit einem Median von 124 min. Vergleichswerte für diese Prozesszeiten lagen zum aktuellen Zeitpunkt keine vor.

Interessanterweise fand sich ein mit 47% relativ hoher Anteil an Operierten, welche postoperativ eine intensivmedizinische Betreuung benötigten. Dies könnte erneut für die Schwere der HWS-Verletzungen (mit der Nähe zum Rückenmark) im vorliegenden Kollektiv sprechen. Zudem wirkten möglicherweise erneut die Altersstruktur von älteren, multimorbiden Patienten sowie Polytraumen bei jüngeren Operierten auf diesen Sachverhalt ein. Vor dem von Utzolino et al. [2010] berichteten Hintergrund der begrenzten Verfügbarkeit von Intensivbetten, welche zudem teuer sind, und den erwarteten demografischen Entwicklungen stellen HWS-Frakturen eine medizinische und ökonomische Herausforderung dar. Denn sollte ein so hoher Bedarf an ITS-Betten bestehen bleiben, würden die Kliniken womöglich an ihre Grenzen stoßen. Anästhesiologische und operative Standards könnten bei höheren Patientenzahlen helfen, die postoperative Versorgung auf Normalstationen zu ermöglichen. Zudem wird möglicherweise die bereits heute strenge Indikationsstellung für Intensivbetten, wie in der Arbeit von Utzolino et al. [2010] beschrieben, noch verschärft.

## **4.3.2 Vergleich der Kennzahlen innerhalb verschiedener Gruppen**

### **Operativer Zugangsweg**

Aus den Untersuchungsergebnissen ging hervor, dass die Prozesszeiten des dorsalen Zugangsweges deutlich länger waren. Die höheren chirurgisch-determinierten Werte der Schnitt-Naht-Zeit sowie der perioperativen Zeit bedingten einen entsprechenden Anstieg der

Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt und der reinen Anästhesiezeit. Eine deutlich geringere Differenz ergab sich für die Anästhesie-kontrollierte Zeit (ventral 69 min, dorsal 79 min), wobei eine Verlängerung hauptsächlich durch den anästhesiologischen Nachlauf (ventral 29 min, dorsal 37 min) hervorgerufen wurde. Der Vergleich der Zugangswege führte zu der Schlussfolgerung, dass verlängerte perioperative Prozesszeiten der dorsalen Halswirbelsäulenoperationen hauptsächlich chirurgisch verantwortet waren. Es ergibt sich noch die Frage, was für einen verlängerten anästhesiologischen Nachlauf, definiert als Ende nachbereitender operativer Maßnahmen bis Ende Präsenz Anästhesiologie-Arzt, ursächlich sein könnte. In das Zeitfenster fiel die Ausleitungsdauer (Ende nachbereitender operativer Maßnahmen bis Ende Anästhesie), welche jedoch keinen Einfluss übte und bei dorsalem Zugang sogar minimal kürzer war. Die möglichen Verzögerungen konnten nur im Bereich von Ende Anästhesie bis Ende Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt liegen. Als mögliche vor- bzw. nachgelagerte Störungsfaktoren auf anästhesiologischen Vor- und Nachlauf beschrieben Bauer et al. [2007] infrastrukturelle Besonderheiten. Fischer et al. [2002] definierten das „Anästhesie-Präsenz Ende“ als: „der Zeitpunkt, ab dem der Patient aus der medizinischen oder organisatorischen Verantwortung der Anästhesieabteilung an den weiterbetreuenden Bereich übergeben wird.“ Infrastrukturell bedingte Transportzeiten könnten somit den operativen Nachlauf beim vorliegenden Kollektiv beeinflusst haben. Denkbar wäre, dass die dorsalen Eingriffe bei den durchschnittlich schwierigeren Verletzungsmustern oder als Zusatz-Eingriff bei bleibender Instabilität nach ventraler OP bei schwerer Verletzten und intensivmedizinisch-betreuten Patienten erfolgten. Der verlängerte Nachlauf wäre somit möglicherweise durch den ärztlich begleiteten Rücktransport auf ITS entstanden. Unterschiede in den chirurgisch-bestimmten Zeiten mit höheren Werten für das dorsale Verfahren ergaben sich auch für den operativen Vor- (Differenz 10 Minuten) und (in geringerem Ausmaß) Nachlauf (Differenz 4 Minuten). Ursache dafür könnte die für den posterioren Zugang aufwendigere Lagerung des Patienten (Bauchlage) sein.

## **Geschlecht**

Der Prozesszeitenvergleich innerhalb der Geschlechter zeigte für die Anästhesie-beeinflussten Werte keine Unterschiede. Allerdings ergaben sich für die operativen Zeiten erneut Differenzen. Schnitt-Naht-Zeit, perioperative Zeit und daraus folgend Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt sowie reine Anästhesiezeit waren bei männlichen Patienten verlängert. Möglicherweise fanden sich demnach bei Männern die schwereren Verletzungsmuster mit entsprechend längeren operativen Zeiten. Diese Vermutung entspricht auch dem in 4.2.2 diskutierten Sachverhalt der Geschlechts- und Altersverteilung im untersuchten Kollektiv. Die Frakturen der HWS traten bei männlichen Patienten in deutlich früherem Lebensalter auf als bei Frauen. Durch Verkehrsunfälle und Stürze aus der Höhe treten teilweise ausgeprägte

Verletzungen der HWS auf. Zum Großteil sind jüngere Männer von diesen Frakturmechanismen betroffen [Bühren, 2002]. Dementsprechend könnten die ermittelten OP-Zeiten dadurch hervorgerufen worden sein. Altersverletzungen einer degenerativ vorgeschädigten Wirbelsäule entstehen häufig durch banale Unfallmechanismen [Bühren, 2002]. Diese traten zu einem großen Anteil bei Frauen höheren Lebensalters auf und könnten als einfachere Frakturform mit den kürzeren perioperativen Prozesszeiten einhergegangen sein.

### **Altersgruppen**

Die Anästhesie-Einleitungsdauer stieg mit zunehmendem Patientenalter an. Dies könnte durch längere Vorbereitungszeiten für eine ausgedehnte kardiovaskuläre Überwachung bei bestehenden Komorbiditäten bedingt sein. In den Ergebnissen dieser Arbeit ergaben sich beispielsweise aufgrund arterieller und zentralvenöser Katheter Verlängerungen der Prozesszeiten bei alten und sehr alten Patienten. In einer Arbeit von Silber et al. [2007] konnten ein erhöhter Body-Mass-Index, Paraplegie, Hypertonie, Diabetes oder Gerinnungsstörungen als weitere typische Gründe für die Verlängerung von Eingriffszeiten nachgewiesen werden. Insgesamt stellt die anästhesiologische Versorgung älterer Menschen durch mögliche Multimorbidität sowie altersbedingte degenerative Veränderungen eine besondere Herausforderung dar. Eingeschränkte respiratorische, kardiovaskuläre, renale und hepatische Leistungen haben erheblichen Einfluss, so ändern sich beispielsweise Pharmakodynamik und -kinetik vieler Medikamente [Herminghaus et al., 2012b; Kratz et al., 2005]. „Geriatrische Patienten reagieren in nahezu allen Teilaspekten der Anästhesiologie und der perioperativen Betreuung (viel) empfindlicher als junge Patienten; gleichzeitig sind die körpereigenen Kompensationsmaßnahmen (deutlich) eingeschränkt“ äußerten Herminghaus et al. [2012a] für die ältere Bevölkerung. Dieser Einfluss könnte sich bei dem untersuchten Kollektiv in den ansteigenden Zeiten für die Anästhesie-Einleitung gezeigt haben. Bezüglich der Intubationstechnik fanden Joseph et al. [2016] heraus, dass die Wachintubation etwa acht Minuten länger dauert als tracheale Intubationstechniken bei sedierten Patienten. In der vorliegenden Arbeit hingegen ergab sich kein signifikanter Einfluss des Atemwegsmanagements auf die OP-Zeiten. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die meisten Operierten unabhängig vom Alter fiberoptisch intubiert wurden.

Mit zunehmendem Alter der Operierten zeigte sich eine Abnahme der Schnitt-Naht-Zeit und damit auch der perioperativen Zeit, Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt und reine Anästhesiezeit. Der im vorhergehenden Abschnitt 4.3.2 beschriebene mögliche Zusammenhang zwischen Alter und Verletzungsschwere könnte auch hier eine Rolle spielen: Altersfrakturen als Ergebnis banaler Stürze führen zu unkomplizierteren Verletzungsmustern, welche in kürzerer Zeit operativ versorgt werden können und keinen dorsalen Zugangsweg

notwendig machen. So fand sich bei älteren Patienten ein höherer Anteil von Frakturen des Dens axis, welche hauptsächlich in Rückenlage versorgt wurden. Möglicherweise versucht man zudem bei älteren Patienten aufgrund von Komorbiditäten und eingeschränkten Kompensationskapazitäten die OP- und somit Anästhesiezeiten kürzer zu halten. Entsprechend wird in Abhängigkeit von Alter, Begleiterkrankungen und Gesundheitsstatus der Patienten die Operationsindikation gestellt und altersbedingt eher schnellere und minimalinvasivere Verfahren gewählt. In einer Arbeit zur chirurgischen Versorgung im höheren Lebensalter formulierten Obertacke u. Nast-Kolb [2000] die Notwendigkeit einer „abgewogensten OP-Indikation und -Durchführung“.

Marjamaa et al. [2008] ermittelten ein Verhältnis von Einleitungsdauer zu Operationszeit von etwa 10%. Dieser Wert war im vorliegenden Kollektiv deutlich höher und stieg altersabhängig auf bis zu 34% an. Ebenso zeigte sich eine deutliche Zunahme des zeitlichen Anteils der präoperativen chirurgischen Maßnahmen im Verhältnis zur Schnitt-Naht-Zeit auf bis zu 49% in der ältesten Gruppe. Aus den beiden Sachverhalten könnte man schließen, dass bei zunehmend älterem Patientengut diese Zeiten der Einleitung, Lagerung und Vorbereitung zur OP größeren Einfluss ausüben werden und somit einen entscheidenden Ansatzpunkt für Optimierungen darstellen könnten.

### 4.3.3 Schlussfolgerungen aus der Auswertung der Kennzahlen

Dorsale Zugangswege zur Halswirbelsäule gingen mit verlängerten Anästhesie- und Chirurgie-kontrollierten Zeiten im Vergleich zum ventralen Verfahren einher. So stellte es einen zeitaufwändigen Prozess dar, einen anästhesierten Patienten in Bauchlage zu bringen. Der Zeitaufwand im vorliegenden Untersuchungskollektiv betrug etwa zehn Minuten. Da für dieses OP-Verfahren ebenso die Schnitt-Naht-Zeit zunahm, ergaben sich für den dorsalen Zugangsweg insgesamt deutlich verlängerte perioperative Prozesszeiten. Die Ergebnisse zeigten zudem, dass bei älteren Patienten häufiger das ventrale Vorgehen zum Einsatz kam. Die in höherem Lebensalter dominierenden Densfrakturen wurden also zum Großteil in Rückenlage versorgt. Mit zunehmendem Alter fand sich ein Anstieg der Anästhesie-kontrollierten Zeit (erhöhter anästhesiologischer Zeitaufwand, v.a. in Rückenlage). Hauptsächlich könnten dafür zusätzliche invasive Überwachungsmaßnahmen durch Komorbiditäten ursächlich gewesen sein. Die Schnitt-Naht-Zeit nahm hingegen deutlich ab. Dies führte zu kürzeren Gesamt-OP-Zeiten. Damit wurden die altersbedingt verlängerten Anästhesie-kontrollierten Zeiten durch kürzere Schnitt-Naht-Zeiten mehr als kompensiert. Dies war letztlich eine Folge des veränderten Verletzungsmusters bei zunehmendem Patientenalter, was den chirurgischen Zeitaufwand verminderte. Zur Darstellung kam dieses Ergebnis in der Korrelationsanalyse zwischen Prozesszeiten und Patientenalter. Nur für die Rücken-

lagerung zeigten sich statistisch signifikante Zusammenhänge. Bei ventralen Eingriffen an der HWS nahm die Einleitungsdauer altersabhängig zu, was einen möglichen Optimierungsansatzpunkt aufdeckt. Die Schnitt-Naht-Zeit in Rückenlage fiel mit zunehmendem Patientenalter ab. In Bauchlage fand sich hingegen kein Effekt des Alters auf die dargestellten Prozesszeiten. Möglicherweise wäre die Auswertung einer größeren Anzahl dorsaler HWS-Eingriffe erforderlich, um auch hier Einflussfaktoren, welche mit statistischer Signifikanz wirken, darstellen zu können.

Beachtenswert wären die genannten Aspekte vor allem in Bezug auf den demografischen Wandel. Durch verlängerte Prozesszeiten der Anästhesie bei älteren Patienten könnten höhere Kosten (z.B. Personalkosten in der Anästhesie) entstehen. Obertacke u. Nast-Kolb [2000] beschrieben bereits die Problematik, dass die Pauschalentgelte größtenteils für junge Menschen kalkuliert werden. Damit ist es für Krankenhäuser mit vielen älteren Patienten schwer, die Versorgung dieser unter dem Druck der Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten und gleichzeitig den Ansprüchen einer umfassenden Medizin gerecht zu werden. Für Kliniken mit einem hohen geriatrischen Patientenaufkommen wären möglicherweise altersspezifische Anpassungen der Fallpauschalen unabhängig von Nebendiagnosen notwendig. Diese These müsste jedoch durch weiterführende betriebswirtschaftliche Untersuchungen und Analysen überprüft werden, um schließlich konkrete Schlussfolgerungen ziehen zu können.

# Kapitel 5

## Zusammenfassung der Arbeit

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades  
Dr. med.

### **Perioperative Prozessanalyse bei Patienten mit Frakturen der Halswirbelsäule**

eingereicht von:  
Mary Niese-Anke

angefertigt an der:  
Universität Leipzig,  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie

betreut von:  
Betreuer: Priv.-Doz. Dr. med. habil. Robert Werdehausen  
Ko-Betreuer: Priv.-Doz. Dr. med. habil. Jörg Schnoor

eingereicht im:  
Juli 2019

Das deutsche Krankenhaussystem erfuhr in den letzten Jahren durch die Einführung des Diagnosis Related Groups-Systems (DRG-Systems) im Jahre 2004 und den medizinischen Fortschritt einen ausgeprägten Strukturwandel. Durch Kosten- und Konkurrenzdruck rückt eine effiziente und wirtschaftliche Leistungserbringung zunehmend in den Vordergrund. Vor dem demographischen Hintergrund einer alternden Bevölkerung wird in Vorausberechnungen mit weiterhin ansteigenden Patientenzahlen und Kosten in den Krankenhäusern gerechnet. Deshalb wird es weiterer Veränderungen und Optimierungen bedürfen. Um Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und Prozessoptimierung zu initiieren,

müssen Abläufe zunächst analysiert werden. Besonders eignet sich dafür der kostenintensive Operationsbereich, welcher zwischen 30% und 40% der Gesamtkosten im Bereich der stationären Versorgung ausmacht. Zudem können Krankheitsbilder älterer Menschen zur Analyse von perioperativen Prozesszeiten herangezogen werden, denn bei diesen ist eine Zunahme zu erwarten. Wirbelsäulenfrakturen stellen solche sog. Altersverletzungen dar, wobei Halswirbelsäulenfrakturen mit 60% den Hauptanteil bilden.

Das Ziel dieser Arbeit war die Erstellung einer Prozessanalyse der operativen Therapie bei älteren Patienten mit Halswirbelsäulenfrakturen am Universitätsklinikum Leipzig. Es erfolgte die retrospektive Erhebung definierter Parameter für den Untersuchungszeitraum 01.07.2003 bis 31.07.2013. Die Analyse umfasste einen Datensatz von 330 Patienten, welche durch die Klinik für Unfallchirurgie in dem primär dafür vorgesehenen Operationssaal (= Saal 10) versorgt wurden. Anhand des Patientenkollektivs wurden ventrale und dorsale operative Zugangswege zur Versorgung von HWS-Frakturen ausgewertet.

Insgesamt zeigte sich für die Zahl der HWS-Eingriffe im Untersuchungszeitraum ein stetiger Anstieg, der der Entwicklung von Operationen in Deutschland entsprach.

Im Untersuchungskollektiv fand sich ein deutlich größerer Anteil männlicher Patienten (61,2%). Sie erlitten vor allem unter 60 Jahren (42,1%) sowie zwischen 60 bis 79 Jahren (39,1%) HWS-Frakturen. Bei Frauen hingegen fand sich dieses Verletzungsmuster in reichlich der Hälfte aller Fälle (51,6%) eher im höheren Alter (ab 80 Jahren). Ursächlich für diese Verteilung könnte zum Einen die unterschiedliche Lebenserwartung der Geschlechter gewesen sein. Zum Anderen führte möglicherweise der riskobelastete Lebensstil bei Männern zu deutlich mehr Unfällen (vor allem auch zu sog. Hochrasanztraumen).

Am häufigsten waren mit 65,2% Frakturen des Dens axis. Bei den Patienten höheren Lebensalters stellten diese einen zunehmenden Anteil dar. 63,4% der Operierten zwischen 60 und 79 Jahren sowie 95,2% der über 80-Jährigen wiesen Verletzungen des Dens axis auf.

Bei der Wahl des operativen Zugangsweges zur Halswirbelsäule spielen viele Faktoren eine Rolle. Hauptsächlich beeinflusst das Verletzungsmuster das operative Verfahren, jedoch sind auch das Patientenalter, der Einfluss der Lagerung und die oft erheblichen Schädigungen der Nackenmuskulatur beim dorsalen Zugang zu bedenken. In dieser Erhebung kam das ventrale Verfahren in 76,1% aller Fälle (251 Patienten) zum Einsatz und der dorsale Zugangsweg wurde bei 23,9% (79 Operierte) gewählt.

Die Betrachtung der anästhesiologischen Kennzahlen von HWS-Operationen ergab in allen Bereichen etwas längere Prozesszeiten als in Vergleichsarbeiten. Die Anästhesie-



Einleitungsdauer war beispielsweise mit durchschnittlich 25 min und einer Standardabweichung von 15 min im Vergleich zu anderen Publikationen verlängert. Es zeigte sich eine durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit von 107 Minuten bei einer perioperativen Zeit von 165 min, die vergleichbar mit anderen Veröffentlichungen war. Der Anteil der Anästhesiekontrollierten Zeit an der Gesamtzeit (Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt) betrug knapp ein Drittel (30,1%).

In den Untersuchungsergebnissen fanden sich für den dorsalen Zugangsweg deutlich verlängerte perioperative Prozesszeiten. Diese waren vor allem chirurgisch verantwortet. Die Schnitt-Naht-Zeit des ventralen Zugangsweges ergab durchschnittlich 88 Minuten, dorsal waren es hingegen 169 Minuten (Differenz: 81 min). Damit stiegen sowohl die perioperative Zeit als auch die Anästhesie-Zeiten Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt und reine Anästhesiezeit für posteriore Verfahren erheblich an. Für die Anästhesie-kontrollierte Zeit (ventral 69 min, dorsal 79 min) zeigte sich eine geringere Differenz.

Der Vergleich der Prozesszeiten innerhalb der Geschlechter erbrachte für die Anästhesiebeeinflussten Werte keine Unterschiede. Die operativen Zeiten wiesen erneut Differenzen auf. Männliche Patienten hatten mit 122 Minuten eine durchschnittlich längere Schnitt-Naht-Zeit als weibliche Operierte mit 83 Minuten.

Die Untersuchung innerhalb drei definierter Patientengruppen unterschiedlichen Alters (Gruppe 1: < 60 Jahre, Gruppe 2: 60-79 Jahre, Gruppe 3:  $\geq$  80 Jahre) ergab für die Anästhesie-Einleitungsdauer einen Anstieg mit zunehmendem Alter: Von Gruppe 1 zu 2 - Zunahme von 5 Minuten ( $p = 0,029$ ), von Gruppe 1 zu 3 - Zunahme von 7 Minuten ( $p < 0,01$ ). Dies könnte bedeuten, dass Narkose-Verfahren mit zunehmendem Lebensalter erschwert waren und dadurch die ermittelten Werte wuchsen. Über die besondere Herausforderung der anästhesiologischen Versorgung älterer Menschen durch mögliche Multimorbidität und altersbedingte respiratorische, kardiovaskuläre, renale und hepatische Funktionseinschränkungen wurde auch in der Literatur berichtet. Längere Vorbereitungszeiten für eine ausgedehnte kardiovaskuläre Überwachung bei älteren Operierten könnten die ermittelten zunehmenden Einleitungszeiten bedingt haben. So war in der vorliegenden Untersuchung beispielsweise ein höherer Anteil von Patienten, welche eine arterielle Überwachung ( $p < 0,001$ ) und einen zentralvenösen Katheter ( $p < 0,001$ ) erhielten, mitursächlich für die altersabhängigen Verlängerungen dieser Prozesszeiten. Mit einem kontinuierlichen Abfall mit zunehmendem Alter der Operierten verhielten sich die Parameter Schnitt-Naht-Zeit, perioperative Zeit und damit auch die Kennzahlen Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt sowie reine Anästhesiezeit. So sank die Schnitt-Naht-Zeit im Vergleich von Gruppe 1 zu 2 um durchschnittlich 24 Minuten ( $p = 0,019$ ) und von Gruppe

1 zu 3 um 49 Minuten ( $p < 0,001$ ). Diese Verkürzung wurde von einem höheren Anteil von Frakturen des Dens axis begleitet (Dens axis-Fraktur: Gruppe 1: 36,3%, Gruppe 2: 63,4%, Gruppe 3: 95,2%,  $p < 0,01$ ), welche hauptsächlich in Rückenlage versorgt wurden. Eventuell führten zusätzlich bei der Wahl des operativen Verfahrens Alter, Begleiterkrankungen und Gesamtgesundheitsstatus älterer Patienten häufiger zu möglichst kurzen und minimalinvasiven Prozeduren. Mit steigendem Alter der Operierten war ein größerer Zeitanteil der Anästhesieeinleitung in Relation zur Operationszeit zu verzeichnen (Verhältnis Einleitungsdauer/Schnitt-Naht-Zeit von Gruppe 1 bis 3: 16%, 24%, 34%). Es fand sich zudem für die Kennzahl Z3 (vorbereitende Maßnahmen durch den Operateur am Patienten) im Verhältnis zur Schnitt-Naht-Zeit ein ebenso altersabhängiger Anstieg (35%, 42%, 49%).

Die ermittelten perioperativen Prozesszeiten wurden zudem in Abhängigkeit von Patientenalter und operativem Zugangsweg betrachtet und auf statistisch signifikante Unterschiede untersucht. Der ventrale Zugangsweg ging mit Zunahme des Patientenalters mit einer längeren Anästhesie-Einleitungsdauer einher: Vergleich von Gruppe 1 und 2 - 4 Minuten (n.s.), Gruppe 1 und 3 - 8 Minuten ( $p < 0,01$ ). In der Gegenüberstellung innerhalb der Altersgruppe von 60-79 Jahren (Gruppe 2) fand sich für die Einleitungsdauer eine Erhöhung von 6 Minuten ( $p < 0,05$ ) für die Bauchlage im Vergleich zur Rückenlagerung. Hingegen ergab sich für die  $\geq 80$ -Jährigen für das dorsale Verfahren eine kürzere Zeit der Einleitung als bei den gleichaltrigen ventral Operierten ( $p < 0,05$ ). Möglicherweise erfolgte für den posterioren Zugang bei den ältesten Operierten eine gewisse Selektion auf Patienten mit keinen oder wenigen Begleiterkrankungen, wodurch die Einleitungsdauer kurz gehalten werden konnte. Für die selbst definierte Kennzahl „zusätzlichen Parameter 3, Operateur-vorbereitende Zeit“, in welche die Lagerung des Patienten hineinfiel, zeigten sich für den dorsalen Zugangsweg (durch die Bauchlagerung) verlängerte Zeiten. In Altersgruppe 2 waren es 12 Minuten zusätzlich ( $p < 0,01$ ) und in Gruppe 3 10 Minuten mehr ( $p < 0,01$ ). Die Schnitt-Naht-Zeit des ventralen Verfahrens sank mit steigendem Alter (Gruppe 1 und 2:  $p < 0,01$ ; Gruppe 1 und 3:  $p < 0,01$ ). Für den dorsalen Zugangsweg hingegen konnte keine signifikante altersabhängige Änderung dieser Zeit dargestellt werden. Die Gegenüberstellung der beiden OP-Verfahren innerhalb der drei Gruppen ergab für die Schnitt-Naht-Zeiten in Bauchlage für alle Altersklassen verlängerte Zeiten (Gruppe 1: 34 min,  $p < 0,05$ ; Gruppe 2: 100 min,  $p < 0,01$ , Gruppe 3: 104 min,  $p < 0,01$ ). Zudem erfolgte eine Korrelationsanalyse zwischen Prozesszeiten und Patientenalter der zwei operativen Verfahren (Ermittlung von Spearman's Rangkorrelationskoeffizient R und Überprüfung der Korrelation auf statistische Signifikanz). Diese zeigte wiederum für die Rückenlagerung statistisch signifikante Zusammenhänge. Die Einleitungsdauer nahm altersabhängig zu und die Schnitt-Naht-Zeit fiel mit zunehmendem Patientenalter ab. In

Bezug auf die Bauchlagerung fand sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang der dargestellten Prozesszeiten mit dem Alter.

Zusammenfassend ließ sich somit aus der vorliegenden Arbeit schließen, dass dorsale Zugangswege zur Halswirbelsäule verlängerte Anästhesie- und Chirurgie-kontrollierte Zeiten im Vergleich zu ventralen Zugängen bedeuteten und sich damit als deutlich aufwendigeres Verfahren darstellten. Bei älteren Patienten kam häufiger das ventrale Vorgehen zum Einsatz, wobei ein Anstieg der Densfrakturen mit zunehmendem Lebensalter zu verzeichnen war. Für die Rückenlagerung zeigte sich mit zunehmendem Alter ein erhöhter anästhesiologischer Zeitaufwand, wohingegen die Schnitt-Naht-Zeit deutlich abnahm. Die altersbedingt verlängerten Anästhesie-kontrollierten Zeiten wurden somit durch kürzere Schnitt-Naht-Zeiten mehr als kompensiert, was letztlich eine Folge des veränderten Verletzungsmusters bei zunehmendem Patientenalter war.

Dorsale Eingriffe im Bereich der Halswirbelsäule stellen somit durch einen insgesamt höheren Aufwand eine besondere Herausforderung dar, sind jedoch für ausgewählte Indikationen notwendig. Durch verlängerte anästhesiologische Prozesszeiten mit zunehmendem Patientenalter bei ventralen Zugangswegen zur HWS könnten höhere Kosten (z.B. Personalkosten in der Anästhesie) entstehen. Beachtenswert wäre dieser Aspekt vor allem in Bezug auf den demografischen Wandel und einen möglicherweise damit einhergehenden Anstieg dieser OP-Verfahren. Ansatzpunkte für Optimierungen und zur Effizienzsteigerung könnten aus anästhesiologischer Sicht in diesem Bereich liegen, was eine genauere Analyse einzelner Prozesse bedürfen würde.

# Literaturverzeichnis

- [Augurzky et al. 2011] AUGURZKY, B. ; GÜLKER, R. ; KROLOP, S. ; SCHMIDT, C. M. ; SCHMIDT, H. ; SCHMITZ, H. ; TERKATZ, S.: *RWI Materialien*. Bd. 67: *Krankenhaus Rating Report 2011: Die fetten Jahre sind vorbei*. Essen : RWI, 2011 <http://www.rwi-essen.de/publikationen/rwi-materialien/244/>. – ISBN 978–3–86788–299–6
- [Bauer et al. 2007] BAUER, M. ; HANSS, R. ; RÖMER, T. ; RÖSLER, L. ; UMNUS, A. ; MARTIN, J. ; SCHLEPPERS, A. ; J. SCHOLZ: Apoptose im DRG-System: Weiterbildung und dezentrale Strukturen verhindern wettbewerbsfähige intraoperative Prozesszeiten. In: *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 48 (2007), Nr. 6, S. 324-334. [http://www.ai-online.info/aionline/Artikel/Jahr/2007/Monat/Juni/Titel/Apoptose\\_im\\_DRGSystem\\_Weiterbildung\\_und\\_dezentrale\\_Strukturen\\_verhindern\\_wettbewerbsfaehige\\_intraoperative\\_Prozesszeiten/artikelId/1648/wicket:pageMapName/AI-Artikel;jsessionid=A4D417C74BF81BB26814B3E614930D35](http://www.ai-online.info/aionline/Artikel/Jahr/2007/Monat/Juni/Titel/Apoptose_im_DRGSystem_Weiterbildung_und_dezentrale_Strukturen_verhindern_wettbewerbsfaehige_intraoperative_Prozesszeiten/artikelId/1648/wicket:pageMapName/AI-Artikel;jsessionid=A4D417C74BF81BB26814B3E614930D35)
- [Bauer et al. 2004] BAUER, M. ; HANSS, R. ; SCHLEPPERS, A. ; STEINFATH, M. ; TONNER, P. H. ; MARTIN, J.: Prozessoptimierung im "kranken Haus". In: *Der Anaesthesist* 53 (2004), Nr. 5, S. 414–426. <http://dx.doi.org/10.1007/s00101-004-0674-4>. – DOI 10.1007/s00101-004-0674-4. – ISSN 0003–2417
- [Bauer et al. 2016] BAUER, M. ; WAESCHLE, R. M. ; RÜGGERBERG, J. ; MEYER, H. J. ; TAUBE, C. ; DIEMER, M. ; SCHUSTER, M.: Glossar perioperativer Prozesszeiten und Kennzahlen - Version 2016: Eine gemeinsame Empfehlung von BDA/DGAI, BDC/DGCH und VOPM. In: *Anästhesiologie & Intensivmedizin* (2016), Nr. 57, S. 669-683. [http://www.ai-online.info/aionline/Artikel/Jahr/2016/Monat/November/Titel/Glossar\\_perioperativer\\_Prozesszeiten\\_und\\_Kennzahlen\\_Version\\_2016\\_Eine\\_gemeinsame\\_Empfehlung\\_von\\_BDADGAI\\_BDCDGCH\\_und\\_VOPM/artikelId/3160/wicket:pageMapName/AI-Artikel](http://www.ai-online.info/aionline/Artikel/Jahr/2016/Monat/November/Titel/Glossar_perioperativer_Prozesszeiten_und_Kennzahlen_Version_2016_Eine_gemeinsame_Empfehlung_von_BDADGAI_BDCDGCH_und_VOPM/artikelId/3160/wicket:pageMapName/AI-Artikel)
- [Bliemel et al. 2012] BLIEMEL, C. ; BIENECK, F. ; RIEM, S. ; HARTWIG, E. ; LIENER, U. C. ; RUCHHOLTZ, S. ; BUECKING, B.: Weiterbehandlung nach proximaler Femurfraktur - Wer, wann, wohin? Eine deutschlandweite Statuserhebung mit Unterstützung der AG Alterstraumatologie der DGU. In: *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie* 150

- (2012), Nr. 2, S. 210–217. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1298299>. – DOI 10.1055/s-0031-1298299
- [Böckmann 2013] BÖCKMANN, D.: Verletzungen der oberen Halswirbelsäule im Alter. In: *JATROS - Medizinisches Fachjournal, Unfallchirurgie & Sporttraumatologie* 8 (2013), Nr. 2, S. 12–15. [http://www.unfallchirurgen.at/download/jatros/unfall\\_trauma\\_1302\\_ANSICHTS.pdf](http://www.unfallchirurgen.at/download/jatros/unfall_trauma_1302_ANSICHTS.pdf)
- [Bölt et al. 2012] BÖLT, U. ; GRAF, T. ; SOWIE KOLLEGINNEN: 20 Jahre Krankenhausstatistik. In: *Wirtschaft und Statistik* (2012), Nr. 02, S. 112–138. [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/WirtschaftStatistik/Gesundheitswesen/20JahreKrankenhausstatistik.pdf;jsessionid=6E9778650DB4A7D3A15B26775437518E.InternetLive1?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/WirtschaftStatistik/Gesundheitswesen/20JahreKrankenhausstatistik.pdf;jsessionid=6E9778650DB4A7D3A15B26775437518E.InternetLive1?__blob=publicationFile)
- [Brandes 2003] BRANDES, H.: Männlicher Habitus und Gesundheit. In: *Blickpunkt der Mann - Wissenschaftliches Journal für Männergesundheit* 1 (2003), Nr. 2, S. 10–13. [http://www.gesunde-maenner.ch/data/data\\_7.pdf](http://www.gesunde-maenner.ch/data/data_7.pdf)
- [Buerba et al. 2014] BUERBA, R. A. ; FU, M. C. ; GRAUER, J. N.: Anterior and posterior cervical fusion in patients with high body mass index are not associated with greater complications. In: *The Spine Journal* 14 (2014), Nr. 8, S. 1643–1653. <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2013.09.054>. – DOI 10.1016/j.spinee.2013.09.054
- [Bühren 2002] BÜHREN, V.: Frakturen und Instabilitäten der Halswirbelsäule. In: *Der Unfallchirurg* 105 (2002), Nr. 11, S. 1049–1066. <http://dx.doi.org/10.1007/s00113-002-0528-y>. – DOI 10.1007/s00113-002-0528-y. – ISSN 0177-5537
- [Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 1988] BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ: *Sozialgesetzbuch (SGB) Fünftes Buch (V): Gesetzliche Krankenversicherung: Artikel 1 des Gesetzes v. 20. Dezember 1988, BGBl. I S. 2477; Zuletzt geändert durch Art. 4 G v. 17.8.2017 (BGBl. I S. 3214)*. [https://www.gesetze-im-internet.de/sgb\\_5/\\_12.html](https://www.gesetze-im-internet.de/sgb_5/_12.html). Version: 1988
- [Casper 2000] CASPER, W.: Verletzungen und Vergiftungen: Ergebnisse aus dem Bundes-Gesundheitssurvey 1998. In: *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 43 (2000), Nr. 6, S. 407–414. <http://dx.doi.org/10.1007/s001030070046>. – DOI 10.1007/s001030070046. – ISSN 1436-9990
- [Deutscher Bundestag 17. Wahlperiode 2013] DEUTSCHER BUNDESTAG 17. WAHLPERIODE: *Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Klaus Ernst, Harald Weinberg, Kathrin Vogler, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE: Mögliche ökonomisch motivierte Medizin in Krankenhäusern durch*

- Fehlanreize der Fallpauschalen: Drucksache Nr.: 17/14451 vom 23.07.2013.* <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/145/1714555.pdf>. Version: 2013
- [Eckert 2012] ECKERT, M.: *Die operative Versorgung von Verletzungen der Halswirbelsäule - eine retrospektive Analyse von 188 Fällen bei 181 Patienten*. Regensburg, Universität Regensburg, Diss., 2012. [https://epub.uni-regensburg.de/26469/1/Die\\_operative\\_Versorgung\\_von\\_Verletzungen\\_der\\_Halswirbels%C3%A4ule\\_-\\_eine\\_retrospektive\\_Analyse\\_von\\_188\\_F%C3%A4llen\\_bei\\_181\\_Patienten\\_%28ohne\\_Lebenslauf%29.pdf](https://epub.uni-regensburg.de/26469/1/Die_operative_Versorgung_von_Verletzungen_der_Halswirbels%C3%A4ule_-_eine_retrospektive_Analyse_von_188_F%C3%A4llen_bei_181_Patienten_%28ohne_Lebenslauf%29.pdf)
- [Eickenberg 2003] EICKENBERG, H.-U.: Männergesundheit: Warum sterben Männer früher? In: *Blickpunkt der Mann - Wissenschaftliches Journal für Männergesundheit* 1 (2003), Nr. 1, S. 7–13. <http://www.kup.at/kup/pdf/1364.pdf>
- [Erbrecht et al. 2007] ERBRECHT, R. ; FELSCH, M. ; KÖNIG, H. ; KRICKE, W. ; MARTIN, K. ; PFEIL, W. ; WINTER, R. ; WÖRSTENFELD, W.: *Das große Tafelwerk interaktiv: Ein Tabellen- und Formelwerk für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in den Sekundarstufen I und II; [Mathematik, Informatik, Astronomie, Physik, Chemie, Biologie; für das Abitur empfohlen]*. 1. Aufl., 8. Dr. Berlin : Cornelsen, 2007. – ISBN 978-3-464-57148-4
- [Escobar et al. 2006] ESCOBAR, A. ; DAVIS, E. A. ; EHRENWERTH, J. ; WATROUS, G. A. ; FISCH, G. S. ; KAIN, Z. N. ; BARASH, P. G.: Task analysis of the preincision surgical period: An independent observer-based study of 1558 cases. In: *Anesthesia and analgesia* 103 (2006), Nr. 4, S. 922–927. <http://dx.doi.org/10.1213/01.ane.0000232443.24914.8d>. – DOI 10.1213/01.ane.0000232443.24914.8d
- [Eysel u. Fürderer 2004] EYSEL, P. ; FÜRDERER, S.: Verletzungen der Wirbelsäule. In: WIRTH, C. J. (Hrsg.) ; ZICHNER, L. (Hrsg.) ; KRÄMER, J. (Hrsg.): *Orthopädie und Orthopädische Chirurgie: Wirbelsäule, Thorax*. Stuttgart : Georg Thieme Verlag, 2004. – ISBN 9783131261915, S. 420–454
- [Fehrle et al. 2013] FEHRLE, M. ; MICHL, S. ; ALTE, D. ; GÖTZ, O. ; FLESSA, S.: Zeitmessstudien im Krankenhaus. In: *Gesundheitsökonomie & Qualitätsmanagement* 18 (2013), Nr. 1, S. 23–30. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-1325601>. – DOI 10.1055/s-0032-1325601
- [Fischer et al. 2002] FISCHER, K. ; ENDRICH, B. ; SCHLEPPERS, A.: Datenanforderungen auf dem Personalsektor zur Abbildung von Prozessen im OP und zur Kalkulation der DRGs: Stellungnahme des Berufsverbandes der Deutschen Chirurgen und des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten. In: *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 43 (2002), Nr. 7, S. 457–461. [http://www.bdainfo.de/ressource/download/130503\\_06.pdf](http://www.bdainfo.de/ressource/download/130503_06.pdf)

- [Heinrichs et al. 2010] HEINRICHS, W. ; BLUMRICH, W. ; DEIL, S. ; FREITAG, M. ; KUTZ, N. ; LÜDTKE, I. ; RÖHRIG, R. ; STREUF, R.: BDAktuell / DGAInfo - Kerndatensatz Anästhesie Version 3.0 / 2010: Aktualisierter Datensatz zur Durchführung der externen Qualitätssicherung in der Anästhesie. In: *Anästhesiologie & Intensivmedizin* (2010), Nr. 51, S33-S55. [http://www.ai-online.info/aionline/Artikel/artikelId/2227/Jahr/2010/Monat/Mai/Titel/Supplement\\_Nr\\_2\\_\\_2010\\_\\_Kerndatensatz\\_Anaesthesie\\_Version\\_30\\_\\_2010/wicket:pageMapName/AI-Artikel;jsessionId=8A396E3DD74A3EC899252E17953AC65E](http://www.ai-online.info/aionline/Artikel/artikelId/2227/Jahr/2010/Monat/Mai/Titel/Supplement_Nr_2__2010__Kerndatensatz_Anaesthesie_Version_30__2010/wicket:pageMapName/AI-Artikel;jsessionId=8A396E3DD74A3EC899252E17953AC65E)
- [Herminghaus et al. 2012a] HERMINGHAUS, A. ; LÖSER, S. ; WILHELM, W.: Anästhesie bei geriatrischen Patienten: Teil 1: Alter, Organfunktion und typische Erkrankungen. In: *Der Anaesthesist* 61 (2012), Nr. 2, S. 163–176. <http://dx.doi.org/10.1007/s00101-012-1978-4>. – DOI 10.1007/s00101-012-1978-4. – ISSN 0003-2417
- [Herminghaus et al. 2012b] HERMINGHAUS, A. ; LÖSER, S. ; WILHELM, W.: Anästhesie bei geriatrischen Patienten: Teil 2: Anästhetika, Patientenalter und Anästhesieführung. In: *Der Anaesthesist* 61 (2012), Nr. 4, S. 363–374. <http://dx.doi.org/10.1007/s00101-012-1985-5>. – DOI 10.1007/s00101-012-1985-5. – ISSN 0003-2417
- [Hillienhof 2013] HILLIENHOF, A.: Steigende OP-Zahlen: Ausdruck für "leistungsfähiges Gesundheitssystem". In: *Deutsches Ärzteblatt* 110 (2013), Nr. 35-36, S. A-1592. <https://www.aerzteblatt.de/archiv/145372/Steigende-Op-Zahlen-Ausdruck-fuer-leistungsfahiges-Gesundheitssystem>
- [Hofmeister u. Bühren 1999] HOFMEISTER, M. ; BÜHREN, V.: Therapiekonzept für Verletzungen der unteren HWS. In: *Der Orthopäde* 28 (1999), Nr. 5, S. 401–413. <http://dx.doi.org/10.1007/s001320050365>. – DOI 10.1007/s001320050365. – ISSN 00854530
- [Irlbeck et al. 2017] IRLBECK, T. ; ZWISSLER, B. ; BAUER, A.: ASA-Klassifikation: Wandel im Laufe der Zeit und Darstellung in der Literatur. In: *Der Anaesthesist* 66 (2017), Nr. 1, S. 5–10. <http://dx.doi.org/10.1007/s00101-016-0246-4>. – DOI 10.1007/s00101-016-0246-4. – ISSN 0003-2417
- [Jacob u. Klewer 2013] JACOB, C. ; KLEWER, J.: Prozessanalyse in einer zentralen OP-Abteilung am Beispiel der chirurgischen OP eines Klinikums der Regelversorgung. In: *HeilberufeScience* 4 (2013), Nr. 2, S. 45–53. <http://dx.doi.org/10.1007/s16024-013-0158-z>. – DOI 10.1007/s16024-013-0158-z. – ISSN 2190-2100
- [Janedu UG 2018a] JANEDU UG ; OLIVER GLÜCK (Hrsg.): *Welt der BWL: Ökonomisches Prinzip*. <http://www.welt-der-bwl.de/%C3%96konomisches-Prinzip>. Version: 2018

- [Janedu UG 2018b] JANEDU UG ; OLIVER GLÜCK (Hrsg.): *Welt der BWL: Wirtschaftlichkeit*. <http://www.welt-der-bwl.de/Wirtschaftlichkeit>. Version: 2018
- [Joseph et al. 2016] JOSEPH, T. T. ; GAL, J. S. ; DEMARIA, S. ; LIN, H.-M. ; LEVINE, A. I. ; HYMAN, J. B.: A Retrospective Study of Success, Failure, and Time Needed to Perform Awake Intubation. In: *Anesthesiology* 125 (2016), Nr. 1, S. 105–114. <http://dx.doi.org/10.1097/ALN.0000000000001140>. – DOI 10.1097/ALN.0000000000001140. – ISSN 0003–3022
- [Kleespies 2013] KLEESPIES, A.: Chirurgie im Alter - Realität und Herausforderung. In: *Management & Krankenhaus* (2013), Nr. 6, S. 8. <https://www.management-krankenhaus.de/printausgabe/management-krankenhaus-ausgabe-062013-juni>
- [Kohler 2008] KOHLER, P.: Jeder ist betroffen: Prozessoptimierung. In: *marko- und mikrozirkulation* (2008), Nr. 33, S. 1–10. <https://www.cme-colleg.de/pdf/prozessoptimierung.pdf>
- [Kratz et al. 2005] KRATZ, C. D. ; SCHLEPPERS, A. ; IBER, T. ; GELDNER, G.: Pharmakologische Besonderheiten und Probleme des älteren Patienten. In: *Der Anaesthesist* 54 (2005), Nr. 5, S. 467–475. <http://dx.doi.org/10.1007/s00101-005-0810-9>. – DOI 10.1007/s00101-005-0810-9. – ISSN 0003–2417
- [Krüger 2013] KRÜGER, A.: Frakturen und Luxationen der Wirbelsäule. In: RUCHHOLTZ, S. (Hrsg.) ; WIRTZ, D. C. (Hrsg.): *Essentials - Intensivkurs zur Weiterbildung: Orthopädie und Unfallchirurgie essentials*. Stuttgart : Thieme, 2013. – ISBN 9783131484420, S. 663–665
- [Kuntz u. Vera 2005] KUNTZ, L. ; VERA, A.: Auswirkungen der Einführung von interner Leistungsverrechnung auf die Effizienz im Krankenhaus. In: *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 57 (2005), Nr. 7, S. 595–616. <http://dx.doi.org/10.1007/BF03377352>. – DOI 10.1007/BF03377352
- [Laurer et al. 2010] LAURER, H. ; SANDER, A. ; MAIER, B. ; MARZI, I.: Frakturen der Halswirbelsäule. In: *Der Orthopäde* 39 (2010), Nr. 3, S. 237–245. <http://dx.doi.org/10.1007/s00132-009-1541-4>. – DOI 10.1007/s00132-009-1541-4
- [Liang et al. 2017] LIANG, J. ; HU, J. ; CHEN, C. ; YIN, H. ; DONG, F.: Risk factors for predicting increased surgical drain output in patients after anterior cervical corpectomy and fusion. In: *Journal of orthopaedic surgery and research* 12 (2017), Nr. 1, S. 196. <http://dx.doi.org/10.1186/s13018-017-0698-5>. – DOI 10.1186/s13018-017-0698-5



- [Lim et al. 2017] LIM, S. ; CARABINI, L. M. ; KIM, R. B. ; KHANNA, R. ; DAHDALEH, N. S. ; SMITH, Z. A.: Evaluation of American Society of Anesthesiologists classification as 30-day morbidity predictor after single-level elective anterior cervical discectomy and fusion. In: *The Spine Journal* 17 (2017), Nr. 3, S. 313–320. <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2016.09.018>. – DOI 10.1016/j.spinee.2016.09.018
- [Lomoschitz et al. 2002] LOMOSCHITZ, F. M. ; BLACKMORE, C. C. ; MIRZA, S. K. ; MANN, F. A.: Cervical spine injuries in patients 65 years old and older: Epidemiologic analysis regarding the effects of age and injury mechanism on distribution, type, and stability of injuries. In: *American journal of roentgenology* 178 (2002), Nr. 3, S. 573–577. <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.178.3.1780573>. – DOI 10.2214/ajr.178.3.1780573
- [Lübbe 2010] LÜBBE, M. F. M.: *Optimierungsansätze für die Qualitätsverbesserung der perioperativen Patientenversorgung*. Bonn, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Diss., 2010. <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2010/2344/2344.pdf>
- [Marjamaa et al. 2008] MARJAMAA, R. ; VAKKURI, A. ; KIRVELÄ, O.: Operating room management: why, how and by whom? In: *Acta anaesthesiologica Scandinavica* 52 (2008), Nr. 5, S. 596–600. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-6576.2008.01618.x>. – DOI 10.1111/j.1399-6576.2008.01618.x
- [Mende 2009] MENDE, H.: Prozesszeiten in der Anästhesie - Werkzeuge für ein effizientes OP-Management. In: *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie* 44 (2009), Nr. 7-8, S. 544–547. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1237109>. – DOI 10.1055/s-0029-1237109
- [Müller et al. 2008] MÜLLER, C. W. ; HÜFNER, T. ; GÖSLING, T. ; KRETTEK, C.: Traumatologie der Wirbelsäule. In: *Der Chirurg* 79 (2008), Nr. 10, S. 918–926. <http://dx.doi.org/10.1007/s00104-008-1517-7>. – DOI 10.1007/s00104-008-1517-7
- [Nöthen 2011] NÖTHEN, M.: Hohe Kosten im Gesundheitswesen: Eine Frage des Alters? Version: 2011. [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/WirtschaftStatistik/Monatsausgaben/WistaJuli11.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/WirtschaftStatistik/Monatsausgaben/WistaJuli11.pdf?__blob=publicationFile). In: STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg.): *Wirtschaft und Statistik* Bd. Juli 2011. Wiesbaden : Statistisches Bundesamt, 2011. – ISBN 978-3-8246-0930-7, S. 665–675
- [Obertacke u. Nast-Kolb 2000] OBERTACKE, U. ; NAST-KOLB, D.: Besonderheiten des Unfalls, der Verletzung und der chirurgischen Versorgung im höheren Lebensalter. In: *Der Unfallchirurg* 103 (2000), Nr. 3, S. 227–239. <http://dx.doi.org/10.1007/s001130050527>. – DOI 10.1007/s001130050527. – ISSN 0177-5537

- [Riem et al. 2012] RIEM, S. ; HARTWIG, E. ; HARTWIG, J.: Alterstraumatologie. In: *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date* 7 (2012), Nr. 03, S. 187–205. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-1315024>. – DOI 10.1055/s-0032-1315024. – ISSN 1611-7859
- [Schmidt et al. 2004] SCHMIDT, C. ; MÖLLER, J. ; GABBERT, T. ; MOHR, A. ; ENGELER, F.: Krankenhauslandschaft in Deutschland - Ein Markt im Umbruch. In: *Deutsche medizinische Wochenschrift* 129 (2004), Nr. 21, S. 1209–1214. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2004-824873>. – DOI 10.1055/s-2004-824873
- [Schmola 2016] SCHMOLA, G.: Organisationsentwicklung im Krankenhaus: Chancen und Herausforderungen von Business-Process-Reengineering und Geschäftsprozessoptimierung. In: *das Krankenhaus* (2016), Nr. 9, S. 772–776. <https://www.kohlhammer.de/wms/instances/KOB/appDE/crossProduct/Organisationsentwicklung-im-Krankenhaus/>. – ISSN 0340-3602
- [Schnoor et al. 2011] SCHNOOR, J. ; DAUMANN, F. ; KAISERS, U.: Demografie und (Multi-) Morbiditätsentwicklung im Krankenhaus. In: *Gesundheitsökonomie & Qualitätsmanagement* 16 (2011), Nr. 5, S. 310–315. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1246075>. – DOI 10.1055/s-0029-1246075. – ISSN 1432-2625
- [Schnoor et al. 2018] SCHNOOR, J. ; HEYDE, C. E. ; NIESE-ANKE, M. ; FRIESE, S. ; BUSCH, T. ; JARVERS, J.-S.: Prone positioning in the elderly extends perioperative process times: a retrospective analysis. In: *GMS Interdisciplinary Plastic and Reconstructive Surgery DGPW* 7 (2018), Nr. Doc06. <http://dx.doi.org/10.3205/iprs000126>. – DOI 10.3205/iprs000126
- [Schnoor u. Hokema 2011] SCHNOOR, J. ; HOKEMA, F.: Krankenhäuser: Die Krise als Chance. In: *Deutsches Ärzteblatt* 108 (2011), Nr. 1-2, S. A-32-A-34. <https://www.aerzteblatt.de/archiv/80177/Krankenhaeuser-Die-Krise-als-Chance>
- [Silber et al. 2007] SILBER, J. H. ; ROSENBAUM, P. R. ; ZHANG, X. ; EVEN-SHOSHAN, O.: Influence of Patient and Hospital Characteristics on Anesthesia Time in Medicare Patients Undergoing General and Orthopedic Surgery. In: *Anesthesiology* 106 (2007), Nr. 2, S. 356–364. <http://dx.doi.org/10.1097/00000542-200702000-00025>. – DOI 10.1097/00000542-200702000-00025. – ISSN 0003-3022
- [Singeisen et al. 2013] SINGEISEN, H. ; HODEL, D. ; SCHINDLER, C. ; FREY, K. ; EICHENBERGER, U. ; HAUSMANN, O. N.: Signifikant kürzere Anästhesiezeit bei lumbaler Wirbelsäulenchirurgie: Prozessanalytischer Vergleich von Spinalanästhesie und Intubationsnarkose. In: *Der Anaesthesist* 62 (2013), Nr. 8, S. 632–638. <http://dx.doi.org/10.1007/s00101-013-2204-8>. – DOI 10.1007/s00101-013-2204-8. – ISSN 0003-2417

- [Spiekermann 2009] SPIEKERMANN, S.: *Langzeitergebnisse zur Lebensqualität von Patienten nach operativer Versorgung von unteren Halswirbelsäulenfrakturen im Vergleich zweier Osteosyntheseverfahren*. Bochum, Ruhr-Universität Bochum, Diss., 2009. <http://www-brs.ub.ruhr-uni-bochum.de/netahtml/HSS/Diss/SpiekermannSara/diss.pdf>
- [Spindler et al. 2009] SPINDLER, J. ; SCHELHASE, T. ; MITARBEITERINNEN UND MITARBEITER: Krankenhauslandschaft im Umbruch. In: *Wirtschaft und Statistik* (2009), Nr. 7, S. 641-659. [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/WirtschaftStatistik/Gesundheitswesen/KrankenhauslandschaftUmbruch.pdf;jsessionid=091A3277CB4EBB1BC71064F82A361B43.InternetLive2?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/WirtschaftStatistik/Gesundheitswesen/KrankenhauslandschaftUmbruch.pdf;jsessionid=091A3277CB4EBB1BC71064F82A361B43.InternetLive2?__blob=publicationFile)
- [Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2010] STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER: *Demografischer Wandel in Deutschland: Auswirkungen auf Krankenhausbehandlungen und Pflegebedürftige im Bund und in den Ländern*. Bd. Heft 2. Wiesbaden : Statistisches Bundesamt, 2010 [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/DemografischerWandel/KrankenhausbehandlungPflegebeduerftige5871102109004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/DemografischerWandel/KrankenhausbehandlungPflegebeduerftige5871102109004.pdf?__blob=publicationFile)
- [Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011] STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER: *Demografischer Wandel in Deutschland: Bevölkerungs- und Haushaltsentwicklung im Bund und in den Ländern*. Bd. Heft 1. Wiesbaden : Statistisches Bundesamt, 2011 [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/DemografischerWandel/BevoelkerungsHaushaltsentwicklung5871101119004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/DemografischerWandel/BevoelkerungsHaushaltsentwicklung5871101119004.pdf?__blob=publicationFile)
- [Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2016] STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER: *Zensus 2011: Vielfältiges Deutschland: Endgültige Ergebnisse*. 2., korrigierte Auflage. Düsseldorf : Information und Technik Nordrhein-Westfalen, 2016 [https://www.zensus2011.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Aufsaeetze\\_Archiv/2016\\_12\\_NRW\\_Zensus\\_Vielfalt.pdf;jsessionid=76C9109695D7A168C82CCA66B9069528.1\\_cid380?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.zensus2011.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Aufsaeetze_Archiv/2016_12_NRW_Zensus_Vielfalt.pdf;jsessionid=76C9109695D7A168C82CCA66B9069528.1_cid380?__blob=publicationFile&v=6)
- [Statistisches Bundesamt 2006] STATISTISCHES BUNDESAMT: Mikrozensus - Fragen zur Gesundheit - Körpermaße der Bevölkerung 2005. (2006), S. 7. [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Gesundheitszustand/Koerpermasse5239003059004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Gesundheitszustand/Koerpermasse5239003059004.pdf?__blob=publicationFile)

- [Statistisches Bundesamt 2014] STATISTISCHES BUNDESAMT: Mikrozensus - Fragen zur Gesundheit - Körpermaße der Bevölkerung 2013. (2014), S. 8. [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Gesundheitszustand/Koerpermasse5239003139004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Gesundheitszustand/Koerpermasse5239003139004.pdf?__blob=publicationFile)
- [Statistisches Bundesamt 2015] STATISTISCHES BUNDESAMT: *Allgemeine Sterbetafeln für Deutschland - das frühere Bundesgebiet, die neuen Länder sowie die Bundesländer: 2010/12.* Wiesbaden : Statistisches Bundesamt, 2015 [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/Bevoelkerungsbewegung/PeriodensterbetafelnBundeslaender5126204127004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/Bevoelkerungsbewegung/PeriodensterbetafelnBundeslaender5126204127004.pdf?__blob=publicationFile)
- [Statistisches Bundesamt 2017a] STATISTISCHES BUNDESAMT: *Gesundheitsausgaben im Jahr 2015 um 4,5 % gestiegen.* [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2017/02/PD17\\_061\\_23611.html](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2017/02/PD17_061_23611.html). Version: 2017
- [Statistisches Bundesamt 2017b] STATISTISCHES BUNDESAMT: *Stationäre Krankenhauskosten 2016 auf 87,8 Milliarden Euro gestiegen.* [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2017/11/PD17\\_399\\_231.html](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2017/11/PD17_399_231.html). Version: 2017
- [Statistisches Bundesamt 2018a] STATISTISCHES BUNDESAMT, Zweigstelle B.: *Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik (DRG-Statistik), Diagnosen und Prozeduren der vollstationären Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern: Die Tabelle wurde am 31.01.2018 11:53 Uhr unter [www.gbe-bund.de](http://www.gbe-bund.de) erstellt.* <http://www.gbe-bund.de/gbe10/i?i=662:26059287D>. Version: 2018
- [Statistisches Bundesamt 2018b] STATISTISCHES BUNDESAMT, Zweigstelle B.: *Gesundheitsausgabenrechnung: Die Tabelle wurde am 10.01.2018 12:49 Uhr unter [www.gbe-bund.de](http://www.gbe-bund.de) erstellt.* <http://www.gbe-bund.de/gbe10/i?i=322:25800093D>. Version: 2018
- [Statistisches Bundesamt 2018c] STATISTISCHES BUNDESAMT, Zweigstelle B.: *Gesundheitsausgabenrechnung: Die Tabelle wurde am 13.01.2018 12:00 Uhr unter [www.gbe-bund.de](http://www.gbe-bund.de) erstellt.* <http://www.gbe-bund.de/gbe10/i?i=322:25862049D>. Version: 2018
- [Tiedtke 2007] TIEDTKE, J. R. (Hrsg.): *Allgemeine BWL: Betriebswirtschaftliches Wissen für kaufmännische Berufe - Schritt für Schritt.* 2., überarbeitete Aufl. Wiesbaden : Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, 2007 (Gabler Lehrbuch). – ISBN 978–3–409–29740–0
- [Utzolino et al. 2010] UTZOLINO, S. ; LÄMMERMANN, L. ; KAFFARNIK, M. ; MAKOWIEC, F. ; HOPT, U-T: *Belegungsdynamik einer chirurgischen Intensivstation - Plä-*

doyer für eine präoperative Stratifizierung von elektiven chirurgischen Patienten. In: *Zentralblatt für Chirurgie* 135 (2010), Nr. 1, S. 49–53. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1247228>. – DOI 10.1055/s-0030-1247228

[Weiß 2005] WEISS, C.: *Basiswissen medizinische Statistik*. 3. überarb. Aufl. Heidelberg : Springer, 2005 (Springer-Lehrbuch). – ISBN 3-540-24072-1

[Wirth u. Hauner 2013] WIRTH, A. ; HAUNER, H.: *Adipositas: Ätiologie, Folgekrankheiten, Diagnostik, Therapie*. 4., vollständig überarb. und aktualisierte Aufl. Berlin : Springer Medizin, 2013. – ISBN 3642228550

# Anhang A

## Methodik

ID	Geb.-datum	OP-Datum	Fraktur	OP-Verfahren
2	20.05.1930	30.07.2003	Densfraktur	ORIF; Wirbelsäulenstabilisierung
3	03.06.1945	07.11.2003	Z.n. Osteosynthese HWS	Revision mit Wechsel der distalen Schraube
4	28.12.1935	08.12.2003	Instabile HWK 5/6-Fraktur	Cervi Fix (Stabilisierung)
5	09.09.1936	06.01.2004	Z.n. HWK 2-4 Luxation	Revision, Ventrale Spondylodese
6	19.07.1936	07.01.2004	HWK 5/6/7-Fraktur	Ventrale Spondylodese HWK 5/6/7
7	28.05.1925	22.12.2003	Dorsal verhakete HWK 5/6-Luxationsfraktur, HWK 3-Kompressionsfraktur	Offene Reposition, ventrale Spondylodese HWK 4 auf HWK 6
8	24.11.1955	15.03.2004	Ankylose HWK 0/1, Pseudarthrose HWK 1 nach HWK 1-Fraktur 1998	Stabilisierung HWK 0-3
9	11.04.1972	19.03.2004	Posttraumatischer Bandscheibenprolaps HWK 5/6 nach HWS-Distorsion	Ventrale Spondylodese HWK 5/6
10	16.07.1934	07.05.2004	HWK 5/6- Fraktur	Ventrale Spondylodese HWK 6/7
11	09.10.1965	09.05.2004	HWK 4/5- Subluxation	Ventrale Stabilisierung
12	19.01.1933	13.05.2004	NP HWK 6/7 links	Dekompression, ventrale Stabilisierung
13	19.01.1958	24.05.2004	HWK 5/6-Bandscheibenprolaps	Hemilaminektomie HWS 2 Segmente, Spondylolisthese durch ventrales Schrauben-Plattensystem
14	28.01.1948	09.06.2004	Densfraktur	Verschraubung
15	15.01.1938	16.06.2004	HWK 4/5-Fraktur	Ventrale Spondylodese

Tabelle A.1: Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Daten aus den OP-Büchern, beispielhaft für 14 Datensätze

ID	Alter	Geschlecht	Größe	Gewicht	BMI	ASA	Anästhesie Medikamente	Besonderheiten	Flexülen	ZVK	Arterie	Dauerkatheter	Diurese
2	73	w	1,57	79	32,0	3	Fentanyl, Disoprivan, Esmeron, Desfluran, Luft/O2	keine	2 (18G li UA, 18G li Fuß)	kein	1 (A.rad.sin.)	k.A.	
3	58	w	1,65	70	25,7	1	Fentanyl, Etomidate, Esmeron, Isofluran, Luft/O2	keine	2	kein	keine	k.A.	
4	67	w	1,62	68	25,9	1	Fentanyl, Etomidate, Esmeron, Isofluran, Luft/O2	keine	2	kein	keine	k.A.	
5	67	m	1,74	104	34,4	2	Fentanyl, Disoprivan, Esmeron, Isofluran, Luft/O2	keine	2 (li UA)	kein	keine	k.A.	
6	67	m	1,75	80	26,1	2	Alfentanil (= Rapifen), Disoprivan, Esmeron, Isofluran, Luft/O2	Fiberopt. Wachintub.	1 x14G	kein	keine	k.A.	
7	78	w	k.A.	60		4	Alfentanil, Propofol, Pancuronium, Luft/O2	k.A.	1	1	1	k.A.	
8	48	m	k.A.	98		2	Alfentanil, Dormicum, Disoprivan, Esmeron, Isofluran, Luft/O2	Fiberopt. Wachintub.	2	kein	keine	k.A.	
9	31	m	k.A.	64		2	Fentanyl, Disoprivan, Esmeron, Isofluran, Luft/O2	keine	1	kein	keine	k.A.	
10	69	m	1,68	77	27,3	2	Fentanyl, Dormicum, Disoprivan, Isofluran, Luft/O2	keine	1 (14G)	kein	1 (20G)	k.A.	
11	38	m	1,8	60	18,5	2	Fentanyl, Disoprivan, Esmeron, Isofluran, Luft/O2	Fiberopt. Wachintub.	2 (re UA)	kein	keine	k.A.	
12	71	m	1,82	83	25,1	2	Alfentanil, Disoprivan, Esmeron, Isofluran, Luft/O2	Fiberopt. Wachintub.	2 (18G)	kein	1	DK	200 ml ?
13	46	m	1,93	78	20,9	2	Fentanyl, Thiobarbiturate (Trapanal), Esmeron, Sevofluran, Luft/O2	keine	1	kein	keine	DK	450 ml
14	56	m	1,76	65	21,0	2	Alfentanil, Disoprivan, Esmeron, Isofluran, Luft/O2	keine	2 (14G, 16G)	kein	1 (A.rad.dex.)	k.A.	
15	66	m	1,82	99	29,9	3	Fentanyl, Disoprivan, Esmeron, Isofluran, Luft/O2	keine	2 (18G, 16G li UA)	kein	keine	k.A.	

Tabelle A.2: Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Daten aus dem Patienten-Daten-Management-System COPRA (1), beispielhaft für 14 Datensätze

ID	Injektionen i.v.	weitere Medik.	Infusionsmenge	Inf.Lösungen	Kolloide	Transfusionen	intraop. Besonderheiten
2	7 ( Atropin, Akrinor, Catapresan, Kalymin forte, Neostigmin)	Berlosin quer-i.v. (in laufende Infusion)	4	Thomaejonin, Thomaejonin HG, Voluven 6% (=HES), Cefuroxim	0	0	Bradykardie (OP-Phase), Hypotonie 8:13-9:25
3	0	Dipidolor quer-i.v., Berlosin quer-i.v.(in laufende Inf.)	2	Thomaejonin, Cefuroxim	0	0	Hämatom (vor der Einleitung)
4	2	Akrinor, Berlosin, Dipidolor; alle quer-i.v.	4	Thomaejonin, Voluven 6%, Cefuroxim	0	0	keine
5	3	Atropin, Dipidolor; alle quer-i.v.	5	Thomaejonin, Gelafusal (=kolloid), Cefuroxim	1	0	keine
6	0	keine	2	Thomaejonin, Unacid 3/50 (=Antibiotikum)	0	0	keine
7	3 (Calcium, Brevibloc 2x)	Perfusoren: Urbason, Trasyolol, Dobutrex, Noradrenalin	5	Thomaejonin, Voluven 6%, Gelafusal	0	12 (6 EKs, 6 FFPs)	Gerinnungsbestimmung
8	2 ( Atropin, Novamin)	Dipidolor quer-i.v.	4	Thomaejonin, Cefuroxim	0	0	keine
9	0	Dipidolor quer-i.v.	3	Thomaejonin, Cefuroxim	0	0	keine
10	7 (Akrinor, Anexate)	Novamin (in Inf.), Narcanti (=Naloxon; Opiodantagonist); alle quer-i.v.	6	Thomaejonin, Cordesin, Voluven 6%, Cefuroxim	1	0	keine
11	2 (Midazolam, Clonidin)	Novamin quer-i.v.	5	Thomaejonin, Cefuroxim, Clonidin (?)	0	0	keine
12	2 (Akrinor)	Berlosin quer-i.v. (in laufende Infusion)	5	Thomaejonin, Voluven 6%, Cefuroxim, Urbason	0	0	keine AVB (?); 12:49 Umlagerung
13	5	Akrinor, Fortecortin, MCP, Urbason forte (= Methylprednisolon); alle quer-i.v.	4	Thomaejonin, Cephazolin	0	0	Hypotension 13 min
14	3	Novamin (in Inf.), Narcanti (=Naloxon; Opiodantagonist) quer-i.v.; Theophyllin quer-i.v.	5	Thomaejonin, Voluven 6%, Cefuroxim	0	0	keine
15	2	Novamin (in Inf.), Dipidolor quer-i.v., Catapresan quer-i.v.	4	Thomaejonin, Cefuroxim	0	0	keine

Tabelle A.3: Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Daten aus dem Patienten-Daten-Management-System COPRA (2), beispielhaft für 14 Datensätze

ID	Aufnahmedatum	Entlassungsdatum	Liegezeit	Laborwerte präoperativ	Verletzungsmechanismus (traumat. vs. atraumat.)	Begleitverletzungen
2	27.07.2003	07.08.2003	11	Kein Labor präop. vorhanden.	Sturz im häuslichem Milieu	SHT I. Grades, Kopfplatzwunde rechts frontal
3	22.10.2003	13.11.2003	22	Labor präop.: Hb 6,9; Hämokrit 0,354	Sturz von Leiter aus ca. 1,5m Höhe	keine
4	03.12.2003	19.12.2003	16	Kein Labor präop. vorhanden.	Verkehrsunfall (langgurtete Beifahrerin)	keine
5	05.01.2004	16.01.2004	11	Labor präop.: unauffällig	Z.n. Fahrradunfall 1999 mit einer discoligamentären Instabilität HWK 3/4 und Discusprolaps	keine
6	05.01.2004	21.01.2004	16	Labor präop.: unauffällig	Treppensturz	keine
7	22.12.2003	18.01.2004	27	Kein Labor präop. vorhanden.	Arbeitsunfall 1998: HWK1-Fraktur -> konservativ (Halo-Fixateur)	Kompressionsfraktur BKW 5, SHT 1*, ausge dehnte Schädelkalpierungsverletzung, Thoraxkontusion
8	11.03.2004	23.03.2004	12	Labor präop.: unauffällig	Verkehrsunfall vom 25.07.03 -> geplante ventrale Stabilisierung bei bestehender Schmerzsymptomatik	keine
9	18.03.2004	26.03.2004	8	Labor präop.: unauffällig	Leiterssturz aus ca. 1 m Höhe	Occipitale Kopfplatzwunde links, Unterarmkontusion links
10	05.05.2004	17.05.2004	12	Labor präop.: unauffällig	Motorradunfall	zweitgradig offene MHK3-Fraktur links (offene Reposition und Verplattung in Plexusanästhesie im Kreiskrankenhaus Riesa am 09.05.04), Prellung Knie- und Unterschenkel links
11	09.05.2004	19.05.2004	10	Labor präop.: unauffällig	Sturz vom Fahrrad	keine
12	28.04.2004	21.05.2004	23	Labor präop.: unauffällig	Polytrauma (Sturz aus 4m Höhe)	Thoraxkontusion mit Rippenserienfraktur rechts, Rippenserienfraktur links (1.+2. Rippe), Haematopneumothorax, Lungenkontusion rechts>links; SHT Grad I
13	14.04.2004	28.05.2004	44	Labor 24.05.2004 präop.: Hb 6,9	Polytrauma (Sturz auf der Treppe)	offene Unterkieferfraktur links
14	07.06.2004	10.06.2004	3	Labor 08.06.2004 präop.: Ethanol 1,458 Promille	Vor etwa 2 Tagen Sturz auf der Treppe	geschlossene, dislozierten Claviculafrakturen bds.; Thoraxkontusion mit Rippenserienfraktur links, Fraktur des Corpus sterni; Lungenkontusion; Schädelkontusion mit Galeahämatom; geschlossene, wenig dislozierte Frakturen der Mittelhandknochen 3+4 rechts; offene Durchtrennung der Strecksehne D5 der rechten Hand
15	11.06.2004	30.06.2004	19	Labor präop.: unauffällig	Polytrauma bei VKU	

Tabelle A.4: Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Daten aus der hausinternen Datenbank SAP (1), beispielhaft für 14 Datensätze

ID	Beschreibungskriterien	Komplikationen postoperativ	Medikation bei Entlassung/ Begleitverl.	Vorverletzte (Acht, Rechts, nach Hause?)	Sonstiges	Zusätzliche vom externer Vorbeurteilung
2	Diabetes mellitus Typ II (insulinpflichtig) mit Polyneuropathie, postinterventionelle Hypothyreose, essentielle Hypertonie mit Neigung zu Hypertonien Krisen, Adipositas	rechthierende Hypertonie Blutdruckwert: 20/120 mmHg, konstant, Therapieoptimierung, Akupunktur, Erythrozyten-Perfusion, Einstellung bis max. 150 mmHg systol. erfolgt	Enkephal, Berthryon, Penablon, Delli, Bolic, Zink, Lachs, Berinsulin H basal 100-8	AHB ab 18.05.03, erst nach Hause		/
3	anamnestisch: Z.n. Schädelbasisfraktur links	07.11.03: Revision mit Wechsel der distalen Schrauben bei persistierender Neurologie bereits präop. gezeigtes sensitives Reizsyndrom (C6 rechts) -> Wechsel der distalen Schrauben von jww. 20mm auf 30mm und 38mm -> deutliche Verbesserung der Kribbelparästhesien sowie Muskelschmerzen im Bereich des rechten Oberarm	Novelgin/Paspertin/Tamal 4x300r	AHB, erst nach Hause		Extern
4	keine	Heilung mit leichter Schwellung im Wundbereich -> konservative Maßnahmen, postop. weiterbestehende Schulterschmerzen -> HNO ärztliches Konsil: keine pathologischen Veränderungen	Volaren 50 3x1, Pentazol 20 1x1	AHB, direkte Verlegung		Kreiskrankenhaus Kirchberg
5	arterielle Hypertonie, distale Kardiomyopathie, Vorhofflimmern, Adipositas, spastische Therapie, linksbetont, sensibler Niveau C4	Residuen: leichtes motorisches Ausfallsyndrom C7 rechts; sensibler Wurzelreizsyndrom C6/C7	Baclofen, Volaren 50, Diclofenac 100, ACC 200	AHB, erst nach Hause	Freilegen der zwei gebrochenen Schraubenköpfen, Entfernung beide Schraubenkörper verbleiben im Wirbelkörper	/
6	arterielle Hypertonie bei CHK (Koronare Herzerkrankung) (L1-Gebärdkrankung); Z.n. koronare Angiographie mit Stentsimplantation RCA	Residuen: leichtes motorisches Ausfallsyndrom C7 rechts; sensibler Wurzelreizsyndrom C6/C7	Alina, Sortis 20, Lozar plus, Neum 40, Volaren 50, Celebrex 40 1x1, 0-1-0 (Fortsetzung bis zum Erreichen der vollen Mobilisation)	Reha Berneritz, direkte Verlegung		/
7	arterielle Hypertonie, Linksherzinsuffizienz bei Mitralklappeninsuffizienz Grad II, Absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern	Schwere Bronchopneumonie, ARDS, Multiorganversagen, 28.12.03 und 03.01.04: Aseptische -> kardiopulmonale Reanimation	/	/	22.12.03 bis 18.01.04: Intensivtherapie, 05.01.04: Anlage eines surpulischen Blasenkateters, 06.01.04: Punktresectionomie nach Cisterna Cystoskopie, Laparotomie, Hämatoausdrumung und Naht Harnblase	Krankenhaus Delftisch
8	keine	Postoperativ weiter bestehende starke Schmerzen -> konsil Schmerztherapie -> erneute Einstellung der Schmerzmitteltherapie	Fentanyl 200mg 1-0-0, Fentanyl 400mg 0-0-1, Fentanyl 20mg 1-0-1, MST 10 AHB, erst nach Hause 1-1-1, Volaren 50 1-1-1, Anilazym 2-2-2 für weitere 10 Tage	Nach Hause		/
9	keine	keine	Volaren 50, Anilazym für die nächsten 10 Tage, Pentazol 20	keine AHB vom Pat. gewünscht -> physiotherapeutische Übungsbehandlung zur Kräftigung der Hals- und Nackenmuskulatur		Gollin Klinik Oschitz
10	keine	keine	Anilazym 3x2, Volaren 50 3x1, Diclofenac 100 1x1	Nach Hause		Extern
11	keine	keine	Alina 60 1x1, Delli 5 1x1, Altoprinol 300 1x1, Analgetika b.b.	AHB, erst nach Hause		Ev. Diakritenkrankenhaus Leipzig
12	keine	keine	Volaren 50 3x1, Anilazym 3x2, Pentazol 40 1x1, ACC 200 3x1, Heben schwerer Gegenstände über 10kg sollte für ca. 6-8 Wochen vermieden werden	Rehabilitation ab 03.06., erst nach Hause		/
13	ausgeprägte AC-Gelenkarthrose mit Subacromialen Impingement, kleine intraartikuläre Verkalkungen und eine Rotatorenmanschettenlision Stadium II	keine	/	Rehabilitation in die MHC-Klinik, danach nach Hause		Krankenhaus Bad Döben
14	chronische Alkoholabus, Narkabus	keine	/	Rehabilitation in die MHC-Klinik, danach nach Hause		Krankenhaus Delftisch
15	metabolische Nierenerkrankung, absolute Vit. B12-Mangel, V.a. basischer Vordeursatz CS, V.a. Läsion der L4-Wurzel, essentielle Hypertonie	keine	Reha 25 1-0-0, ACC 200 1-1-1, Volaren 50 1-0-1, NPS-7000e 4x30r (Novaminol, Paspertin, Tamal), Bolic, Zink mit 1-0-1, Celebrex 20 1x1, 0-0-1	Rehabilitation in die MHC-Klinik, danach nach Hause		Krankenhaus Delftisch

Tabelle A.5: Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Daten aus der hausinternen Datenbank SAP (2), beispielhaft für 14 Datensätze



ID	Geb.datum	OP-Datum	age	sex:1=w;2=f	Gruppe age	Gruppe OP: 1=d;2=w	AN_PR_BG_A	AN_BG_A	delta 0; K4	delta 1; Z1	FREIG_A	delta 2; K2	BG_OP_A	delta 3; Z2	OP_BG_A	delta 4; Z3	delta 3+4; K7
2	20.05.1930	30.07.2003	73	1	2	2	07:30	07:35	30	5	08:00	25	08:07	7	09:11	64	71
3	03.06.1945	07.11.2003	58	1	1	1	09:38	09:42	26	4	10:04	22	10:08	4	10:35	27	31
4	28.12.1935	08.12.2003	67	1	2	2	11:58	12:36	50	38	12:48	12	12:56	8	14:01	65	73
5	09.09.1936	06.01.2004	67	2	2	2	07:28	07:33	23	5	07:51	18	07:58	7	08:47	49	56
6	19.07.1936	07.01.2004	67	2	2	2	13:34	13:46	22	12	13:56	10	13:59	3	14:11	12	15
7	28.05.1925	22.12.2003	78	1	2	2	22:45	22:58	16	13	23:01	3	23:05	4	23:48	43	47
8	24.11.1955	15.03.2004	48	2	1	1	11:16	11:21	18	5	11:34	13	11:35	1	12:37	62	63
9	11.04.1972	19.03.2004	31	2	1	2	07:25	07:45	33	20	07:58	13	08:06	8	08:45	39	47
10	16.07.1934	07.05.2004	69	2	2	2	12:10	12:52	52	42	13:02	10	13:18	16	13:48	30	46
11	09.10.1965	09.05.2004	38	2	1	2	17:06	17:26	31	20	17:37	11	17:42	5	18:22	40	45
12	19.01.1933	13.05.2004	71	2	2	2	09:30	09:32	17	2	09:47	15	09:57	10	10:29	32	42
13	19.01.1958	24.05.2004	46	2	1	2	08:40	08:46	28	6	09:08	22	09:14	6	09:52	38	44
14	28.01.1948	09.06.2004	56	2	1	2	07:26	08:02	54	36	08:20	18	08:28	8	09:17	49	57
15	15.01.1938	16.06.2004	66	2	2	2	07:30	07:35	24	5	07:54	19	07:57	3	08:55	58	61

Tabelle A.6: Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Prozesszeiten (1), beispielhaft für 14 Datensätze

ID	OP_EN_A	delta 5; K8	EN_OP_A	delta 6; K9	AN_EN_A	delta 7; K3	Abgabe: 1=AWR;2=AN	Abgabe_A	delta 8; Z4	delta 9; K5	summe 10; K6	delta 11; K10	delta 12; K12	delta 13; K13	AWR_BG_A	AWR_EN_A	delta 14; K33
2	10:12	61	10:23	11	10:41	18	1	10:43	2	20	50	143	193	186	10:43	12:25	102
3	11:16	41	11:20	4	11:27	7	1	11:28	1	8	34	76	110	105	11:28	13:16	108
4	16:17	136	16:29	12	16:44	15	1	16:49	5	20	70	221	291	248	16:49	19:29	160
5	09:59	72	10:10	11	10:16	6	1	10:23	7	13	36	139	175	163	10:23	12:25	122
6	14:30	19	14:34	4	14:42	8	1	14:47	5	13	35	38	73	56	14:47	16:01	74
7	02:00	132	02:03	3	02:06	3	2	02:26	20	23	39	182	221	188	NA	NA	
8	16:44	247	16:48	4	16:58	10	1	17:39	41	51	69	314	383	337	17:39	19:04	85
9	10:47	122	10:57	10	11:14	17	1	11:19	5	22	55	179	234	209	11:19	11:45	26
10	15:30	102	15:33	3	16:53	80	1	16:58	5	85	137	151	288	241	16:58	19:08	130
11	20:10	108	20:12	2	20:31	19	2	20:57	26	45	76	155	231	185	NA	NA	
12	12:42	133	12:58	16	13:16	18	1	13:21	5	23	40	191	231	224	13:21	14:45	84
13	12:44	172	12:48	4	13:00	12	1	13:01	1	13	41	220	261	254	13:01	NA	
14	10:03	46	10:08	5	10:19	11	1	10:24	5	16	70	108	178	137	10:24	13:12	168
15	10:26	91	10:32	6	10:42	10	1	10:46	4	14	38	158	196	187	10:46	12:30	104

Tabelle A.7: Darstellung der erarbeiteten Patientenliste für die Prozesszeiten (2), beispielhaft für 14 Datensätze

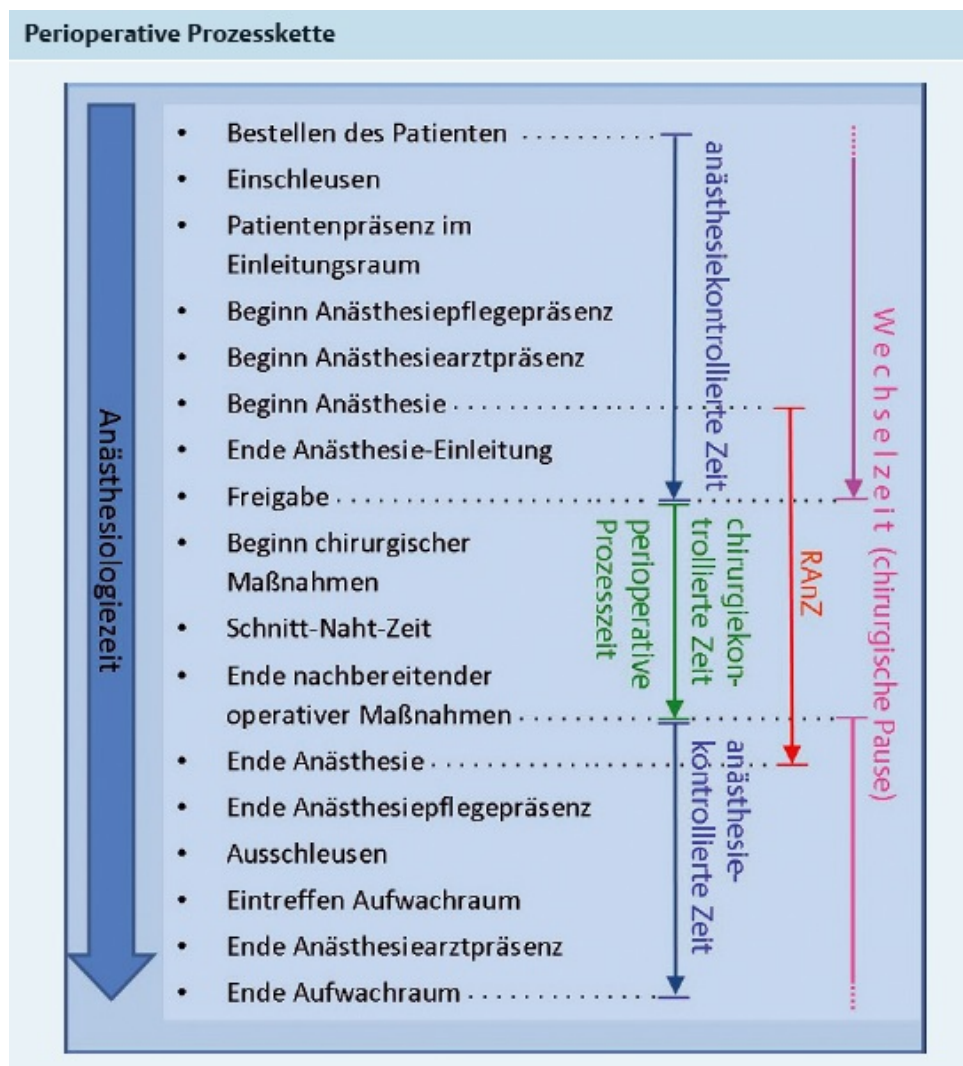


Abbildung A.1: Perioperative Prozesskette [Mende, 2009]

# Anhang B

## Ergebnisse

### B.1 Ergebnisse operativer Zugangsweg

Ventraler Zugang 251 Patienten (Anteil: 76,1 %)	Kennzahl	Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung	25. Perzentile	Median (50.Perzentile)	75. Perzentile	Minimal- wert	Maximal- wert	Spannweite (Max-Min)
Anästhesie-Einleitungsdauer	K2	25	14	16	23	32	0	78	78
Anästhesie-Ausleitungsdauer	K3	13	11	6	10	16	0	80	80
Anästhesiologischer Vorlauf	K4	40	18	27	37	50	3	122	119
Anästhesiologischer Nachlauf	K5	29	25	15	22	34	5	192	187
Anästhesie kontrollierte Zeit	K6	69	31	49	62	84	12	228	216
Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt	K12	211	70	166	195	244	73	523	450
Reine Anästhesiezeit (RAnZ)	K13	181	64	141	166	208	56	473	417
Schnitt-Naht-Zeit	K8	88	52	53	71	105	19	359	340
Perioperative Zeit	K10	143	61	102	125	167	38	401	363
Operativer Vorlauf	K7	48	26	37	45	54	6	299	293
Operativer Nachlauf	K9	7	5	4	6	9	0	35	35

Tabelle B.1: Kennzahlen des ventralen Zugangsweges, 251 Patienten, Einheit: Minute (min)

Dorsaler Zugang 79 Patienten (Anteil: 23,9%)	Kennzahl	Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung	25. Perzentile	Median (50.Perzentile)	75. Perzentile	Minimal- wert	Maximal- wert	Spannweite (Max-Min)
Anästhesie-Einleitungsdauer	K2	27	18	15	22	32	4	88	84
Anästhesie-Ausleitungsdauer	K3	11	9	5	9	13	0	46	46
Anästhesiologischer Vorlauf	K4	42	20	27	38	56	9	100	91
Anästhesiologischer Nachlauf	K5	37	34	18	30	44	7	216	209
Anästhesie kontrollierte Zeit	K6	79	35	58	72	96	29	225	196
Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt	K12	317	95	266	312	384	110	722	612
Reine Anästhesiezeit (RAnZ)	K13	275	88	221	273	328	105	651	546
Schnitt-Naht-Zeit	K8	169	69	125	162	210	40	362	322
Perioperative Zeit	K10	238	85	188	230	290	76	609	533
Operativer Vorlauf	K7	58	29	44	53	63	19	230	211
Operativer Nachlauf	K9	11	6	7	10	13	4	32	28

Tabelle B.2: Kennzahlen des dorsalen Zugangsweges, 79 Patienten, Einheit: Minute (min)

## B.2 Ergebnisse Geschlecht

Weibliche Patienten 128 Patienten (Anteil: 38,8%)	Kennzahl	Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung	25. Perzentile	Median (50.Perzentile)	75. Perzentile	Minimal- wert	Maximal- wert	Spannweite (Max-Min)
Anästhesie-Einleitungsdauer	K2	27	14	18	25	33	3	77	74
Anästhesie-Ausleitungsdauer	K3	13	11	6	10	16	0	57	57
Anästhesiologischer Vorlauf	K4	41	17	30	38	50	10	105	95
Anästhesiologischer Nachlauf	K5	32	28	17	26	36	5	192	187
Anästhesie kontrollierte Zeit	K6	74	32	54	67	85	15	228	213
Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt	K12	211	69	167	192	249	97	464	367
Reine Anästhesiezeit (RAnZ)	K13	178	61	139	160	194	72	380	308
Schnitt-Naht-Zeit	K8	83	52	50	64	98	20	290	270
Perioperative Zeit	K10	138	61	99	117	151	58	353	295

Tabelle B.3: Kennzahlen weiblicher Patienten, 128 Patienten, Einheit: Minute (min)

Männliche Patienten 202 Patienten (Anteil: 61,2%)	Kennzahl	Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung	25. Perzentile	Median (50.Perzentile)	75. Perzentile	Minimal- wert	Maximal- wert	Spannweite (Max-Min)
Anästhesie-Einleitungsdauer	K2	24	15	14	21	32	0	88	88
Anästhesie-Ausleitungsdauer	K3	12	11	6	10	15	0	80	80
Anästhesiologischer Vorlauf	K4	40	20	25	35	50	3	122	119
Anästhesiologischer Nachlauf	K5	30	27	14	22	35	5	216	211
Anästhesie kontrollierte Zeit	K6	70	33	46	63	88	12	225	213
Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt	K12	253	97	178	234	305	73	722	649
Reine Anästhesiezeit (RAnZ)	K13	220	88	158	201	265	56	651	595
Schnitt-Naht-Zeit	K8	122	70	69	104	167	19	362	343
Perioperative Zeit	K10	183	84	121	162	230	38	609	571

Tabelle B.4: Kennzahlen männlicher Patienten, 202 Patienten, Einheit: Minute (min)

## B.3 Ergebnisse Altersgruppen

Gruppe 1: < 60 Jahre 102 Patienten (Anteil: 30,9%)	Kennzahl	Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung	25. Perzentile	Median (50.Perzentile)	75. Perzentile	Minimal- wert	Maximal- wert	Spannweite (Max-Min)
Anästhesie-Einleitungsdauer	K2	22	14	13	18	27	0	88	88
Anästhesie-Ausleitungsdauer	K3	12	10	6	9	15	0	55	55
Anästhesiologischer Vorlauf	K4	37	19	24	31	45	3	101	98
Anästhesiologischer Nachlauf	K5	33	34	15	22	38	6	216	210
Anästhesie kontrollierte Zeit	K6	70	37	43	61	84	12	225	213
Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt	K12	263	100	187	257	319	110	722	612
Reine Anästhesiezeit (RAnZ)	K13	226	90	162	213	267	87	651	564
Schnitt-Naht-Zeit	K8	132	72	77	116	178	31	362	331
Perioperative Zeit	K10	193	87	129	173	234	60	609	549

Tabelle B.5: Kennzahlen innerhalb der Altersgruppe 1 (&lt; 60 Jahre), 102 Patienten, Einheit: Minute (min)



Gruppe 2: 60-79 Jahre 123 Patienten (Anteil: 37,3%)	Kennzahl	Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung	25. Perzentile	Median (50.Perzentile)	75. Perzentile	Minimal- wert	Maximal- wert	Spannweite (Max-Min)
Anästhesie-Einleitungsdauer	K2	26	15	16	23	33	2	78	76
Anästhesie-Ausleitungsdauer	K3	12	11	6	10	15	0	80	80
Anästhesiologischer Vorlauf	K4	42	20	27	38	53	10	122	112
Anästhesiologischer Nachlauf	K5	27	18	15	23	34	5	132	127
Anästhesie kontrollierte Zeit	K6	70	28	50	66	88	15	155	140
Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt	K12	237	89	171	221	284	73	523	450
Reine Anästhesiezeit (RAnZ)	K13	205	83	144	183	249	56	473	417
Schnitt-Naht-Zeit	K8	108	65	61	87	141	19	326	307
Perioperative Zeit	K10	167	78	106	147	205	38	397	359

Tabelle B.6: Kennzahlen innerhalb der Altersgruppe 2 (60-79 Jahre), 123 Patienten, Einheit: Minute (min)

Gruppe 3: $\geq 80$ Jahre 105 Patienten (Anteil: 31,8%)	Kennzahl	Mittelwert (arithmet. Mittel)	Standard- abweichung	25. Perzentile	Median (50.Perzentile)	75. Perzentile	Minimal- wert	Maximal- wert	Spannweite (Max-Min)
Anästhesie-Einleitungsdauer	K2	28	14	18	27	34	1	72	71
Anästhesie-Ausleitungsdauer	K3	14	10	7	11	16	0	57	57
Anästhesiologischer Vorlauf	K4	42	16	31	38	51	6	80	74
Anästhesiologischer Nachlauf	K5	33	29	16	26	35	6	192	186
Anästhesie kontrollierte Zeit	K6	74	32	56	66	87	21	228	207
Präsenz-Zeit Anästhesiologie-Arzt	K12	211	69	165	193	244	109	464	355
Reine Anästhesiezeit (RAnZ)	K13	179	61	140	162	195	68	395	327
Schnitt-Naht-Zeit	K8	82	53	51	62	86	20	274	254
Perioperative Zeit	K10	137	60	102	119	144	57	330	273

Tabelle B.7: Kennzahlen innerhalb der Altersgruppe 3 ( $\geq 80$  Jahre), 105 Patienten, Einheit: Minute (min)

# Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar eine Vergütung oder geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Ich erhielt umfangreiche Hilfe bei der statistischen Auswertung durch Herrn Dr. rer. nat. Thilo Busch. Es wurden somit alle Personen genannt, die direkt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Die aktuellen gesetzlichen Vorgaben in Bezug auf die Zulassung der klinischen Studien, die Bestimmungen des Tierschutzgesetzes, die Bestimmungen des Gentechnikgesetzes und die allgemeinen Datenschutzbestimmungen wurden eingehalten. Ich versichere, dass ich die Regelungen der Satzung der Universität Leipzig zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis kenne und eingehalten habe.

---

Datum

---

Unterschrift Mary Niese-Anke

# Danksagung

Zunächst möchte ich dem ehemaligen Direktor der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Herrn Prof. Dr. med. Udo X. Kaisers, sowie seinem Nachfolger Klinikdirektor Prof. Dr. med. Sebastian N. Stehr für die Möglichkeit danken, am Universitätsklinikum Leipzig diese Arbeit durchführen zu können.

Ich danke ebenso Herrn PD Dr. med. habil. Robert Werdehausen, der die vorliegende Arbeit nach dem Weggang von Herrn PD Dr. med. habil. Jörg Schnoor vom Universitätsklinikum Leipzig betreut hat.

Mein besonderer Dank gilt meinem Ko-Betreuer Herrn PD Dr. med. habil. Jörg Schnoor für die Überlassung des Themas, umfassende Betreuung, Hilfestellung bei Fragen, ständige Erreichbarkeit und seine Geduld, mit der er mich während der Dissertation unterstützte und begleitete.

Weiterhin möchte ich Herrn Dr. med. Steffen Frieese, der mir bei informationstechnischen Sachverhalten behilflich war und Ratschläge gab, danken. Für die umfangreiche Hilfe bei der statistischen Auswertung möchte ich Herrn Dr. rer. nat. Thilo Busch meinen Dank aussprechen.

Ebenso bedanke ich mich bei Herrn Dr. med. Jan-Sven Gilbert Jarvers für die Hilfestellung bei unfallchirurgischen Fragen bei dieser Arbeit.

Letztlich möchte ich meiner Familie, vor allem meinen Eltern und meinem Freund, ganz besonders danken, die mir meinen Lebensweg ermöglicht haben, mir während des Studiums und bei der Arbeit an dieser Dissertation immer geduldig zur Seite standen, mich ermutigt und unterstützt haben.